第七章 环节动物门 (Annelida)

高等无脊椎动物的开始

第一节 环节动物门的主要特征

（一）分节现象

环节动物的身体是由许多彼此相似而又重复排列的部分组成，这部分称为体节。身体分节是无脊椎动物进化的过程中一重要标志。

分节的意义：

①内部器官重复排列，促进动物的新陈代谢，增强动物对环境的适应。

②节与节之间形同关节，增强了运动机能。

③是动物生理分工的开始。

第一节 环节动物门的主要特征

（一）分节现象

- **同律分节**：动物体由形态和机能相似的体节构成（外形分节，内部器官如神经系统、排泄系统、循环系统等也按节排列）
- 如蚯蚓：除前2节和末一体节外，**其余各节形态基本相同**。

- **异律分节**：躯体**不同部位**的体节**形态和机能不相同**。
- 而节肢动物门及后口动物的脊索动物的分节不再是完全相似的，而是在环节动物的同律分节的基础上发展形成了异律分节。





第一节 环节动物门的主要特征

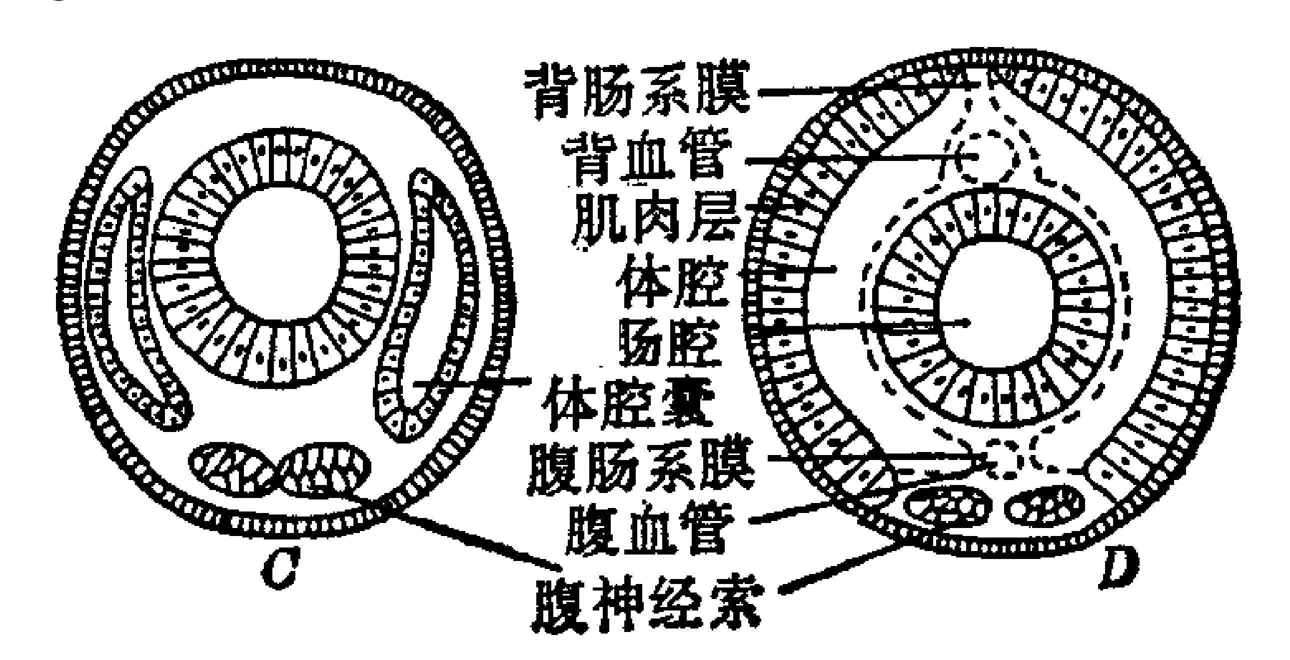
（二）次生体腔（真体腔）

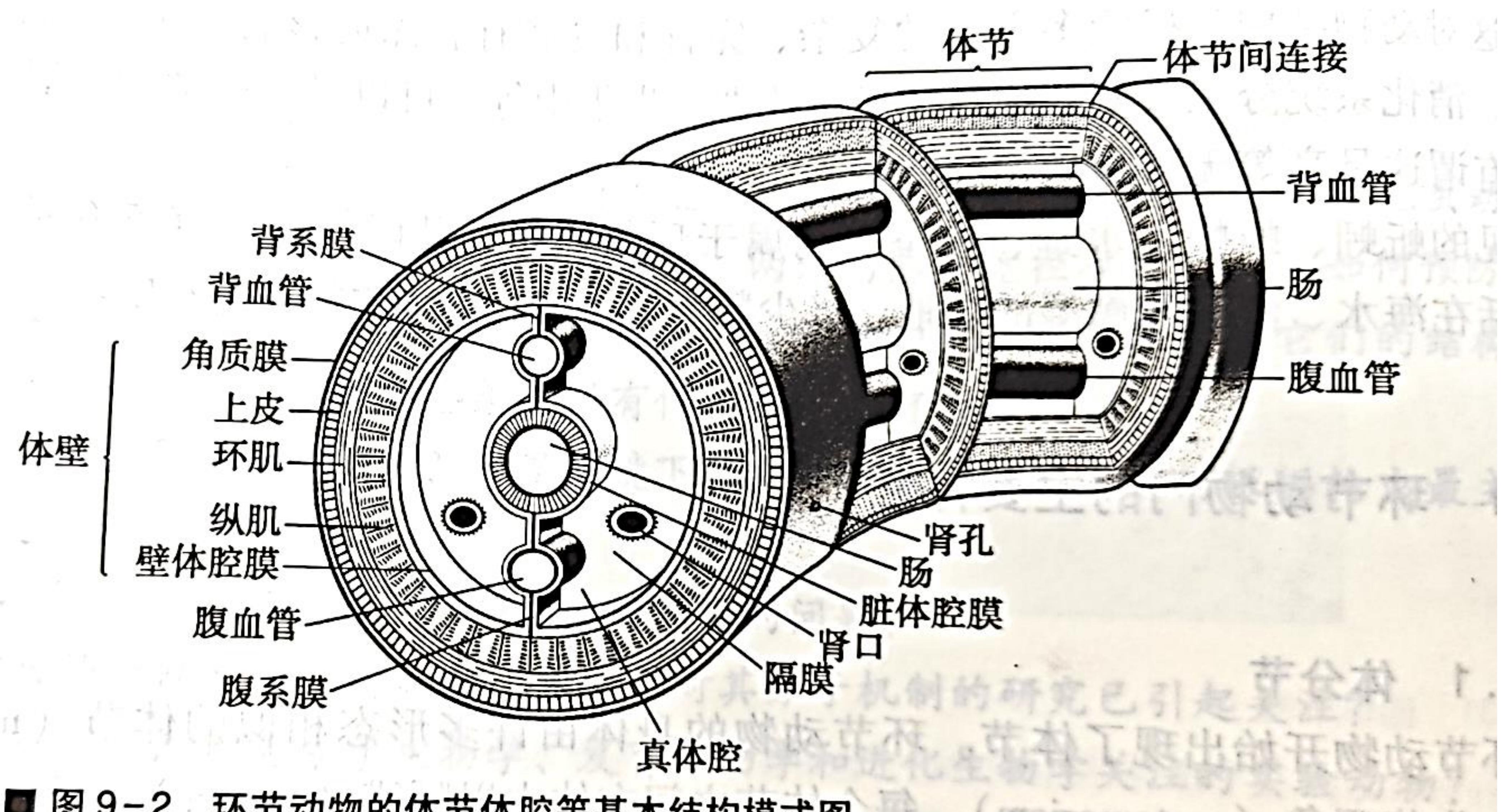
（1）概念：它位于体壁内侧中胚层和肠壁外侧中胚层之间的空腔，又叫次生体腔。

（2）特点：①既有体壁中胚层，又有肠壁中胚层。

②具体腔膜，肠系膜。

③内充满体腔液，有孔道与外界相通。





■ 图 9-2　环节动物的体节体腔等基本结构模式图

真体腔是由中胚层囊裂开而成的，故也称裂体腔。

真体腔是继假体腔之后出现的，也称次生体腔。

真体腔 = 裂体腔 = 次生体腔

真体腔的形成在动物进化上的意义

- 肠壁外附有肌肉，使肠道蠕动，消化道在形态和功能上进一步分化，消化能力加强。
- 消化功能加强→同化功能加强→异化功能加强→排泄功能加强，排泄器官从原肾管型进化为后肾管型。
- 真体腔形成过程中残留的囊胚腔形成血管系统，从环节动物开始出现循环系统。
- 身体出现分节现象。

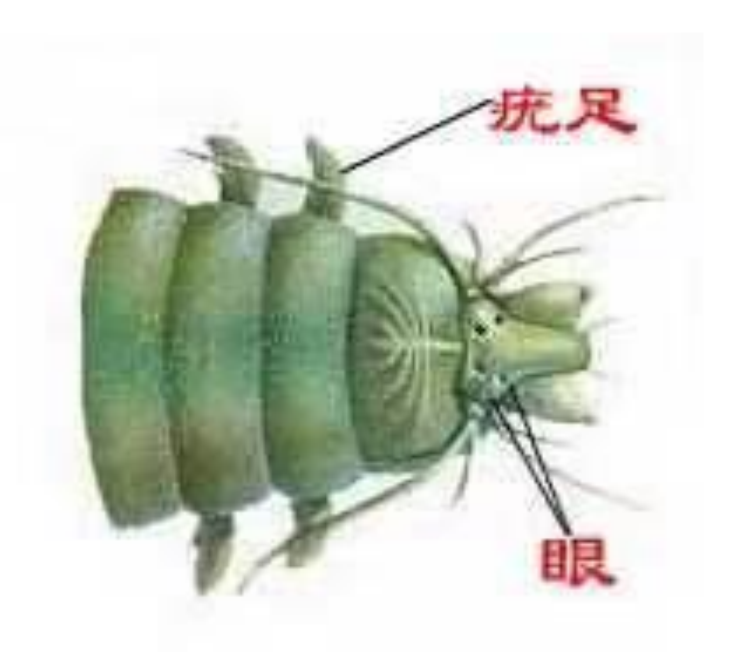


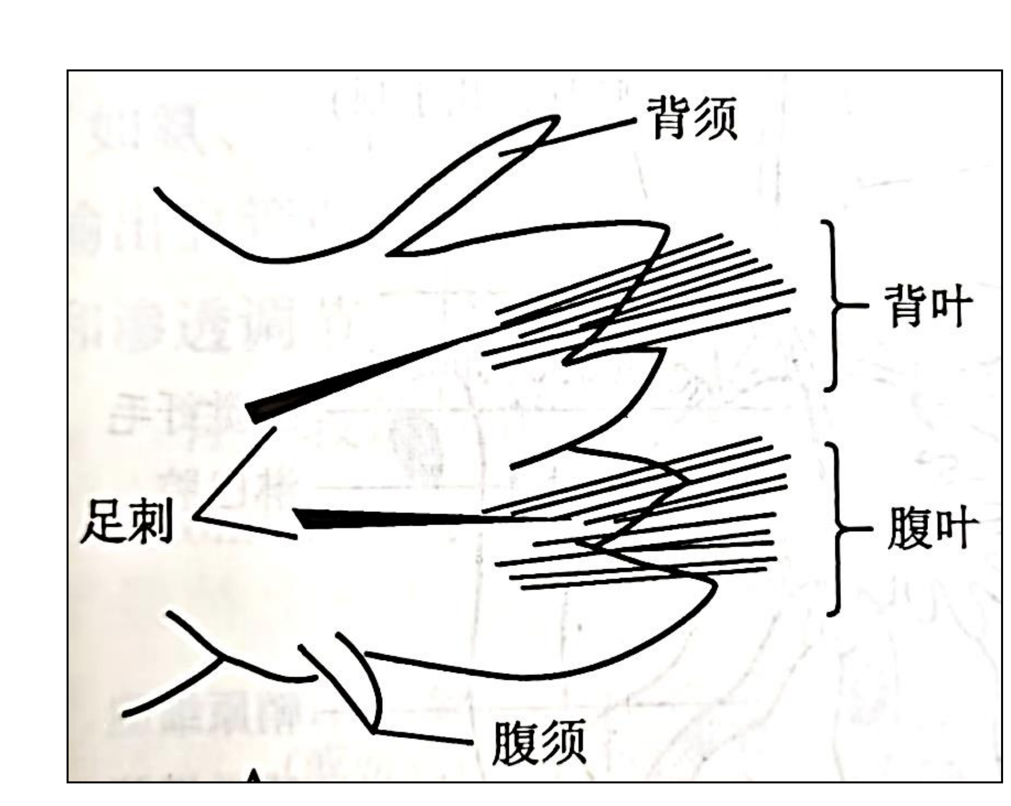
第一节 环节动物门的主要特征

（三）疣足与刚毛

疣足：海产种类一般具有疣足每个体节一对，是体壁向外突起的扁平叶状结构，中空，内密布微血管，是多毛纲的运动器官，也可进行气体交换。（如沙蚕）



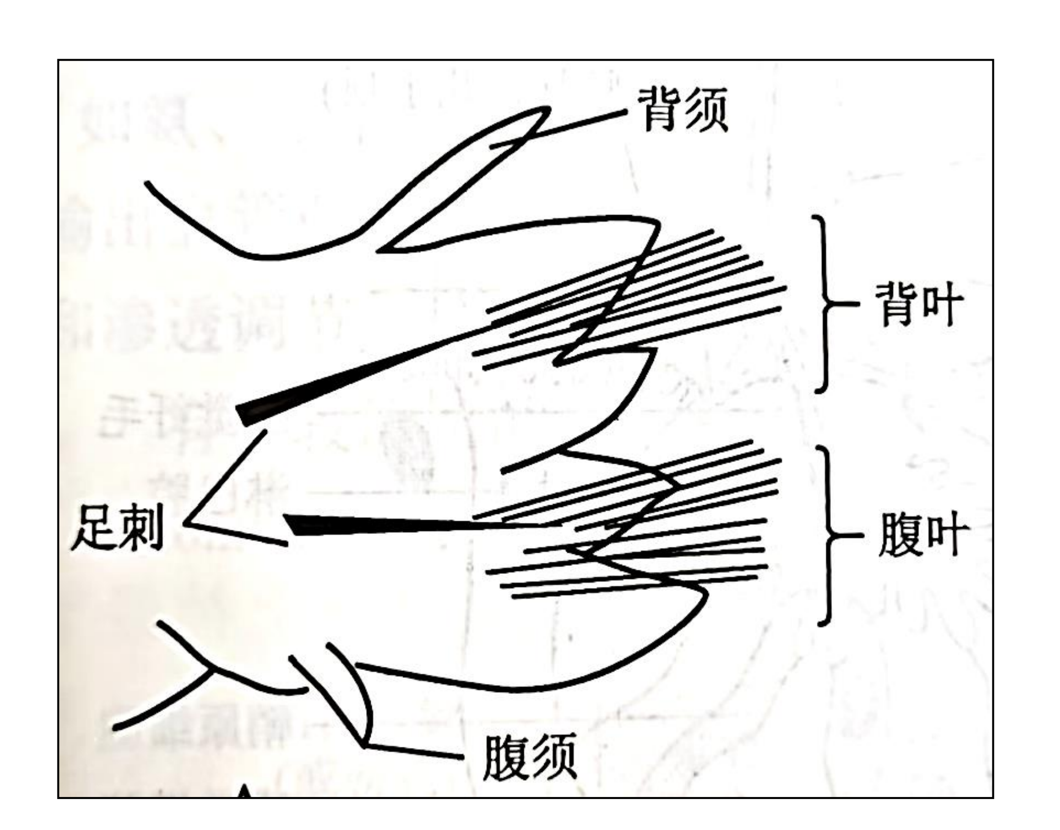


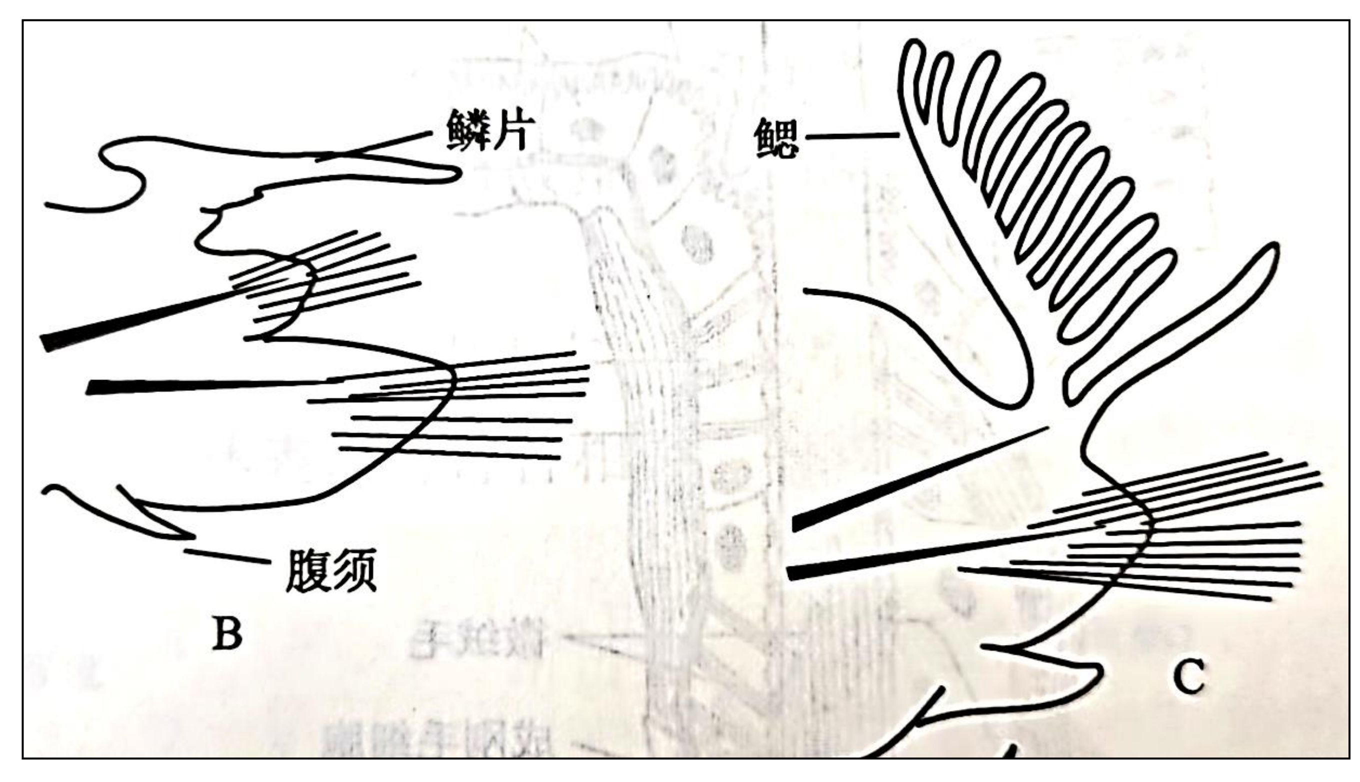


第一节 环节动物门的主要特征

（三）疣足与刚毛

疣足： 疣足分成背叶和腹叶。背叶的背侧和腹叶的腹侧各有一指状的背须和腹须，有触觉作用。有些种类的背须特化成疣足鳃或鳞片等。在背叶和腹叶内各有一起支撑作用的足刺。在背叶和腹叶边缘各生一束刚毛。





第一节 环节动物门的主要特征

（三）疣足与刚毛

除海产种类外，其余环节动物没有疣足，只有刚毛。

刚毛：在身体腹部有很多小的突起，是**寡毛纲**的**运动器官**。（如蚯蚓）



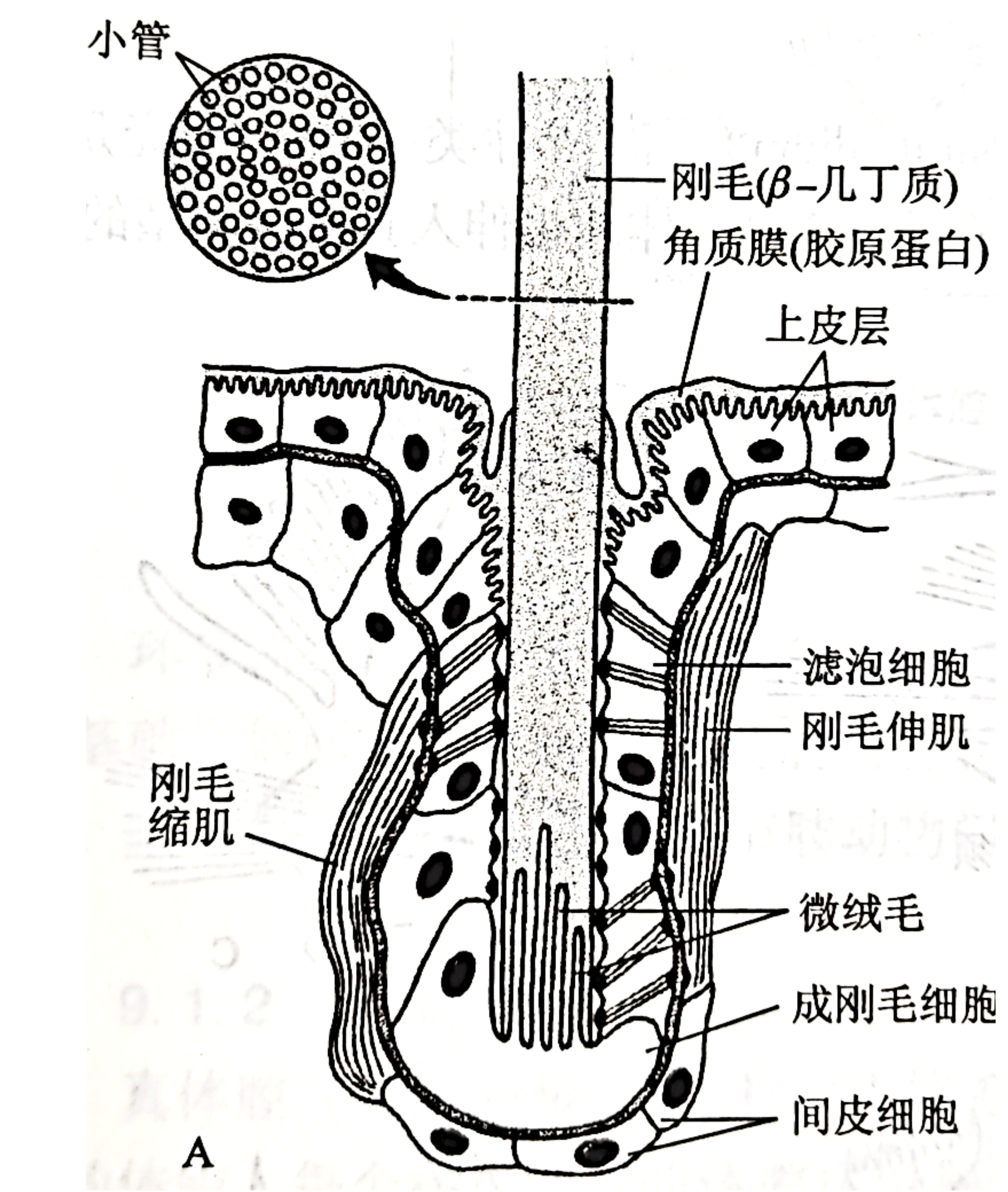
蚯蚓解剖图

护膜
表皮皮层
体腔
环肌
隔膜（体节之间的部分）
纵肌
肛门
背管
肠
中肾管
肾管
刚毛
腹管
神经索
环带
中肾管
消化器官
汲取管
咽
脑部神经中枢
肠
砂囊
口部
腹侧神经和神经中枢
咽下神经中枢
食道

（三）疣足与刚毛

刚毛：

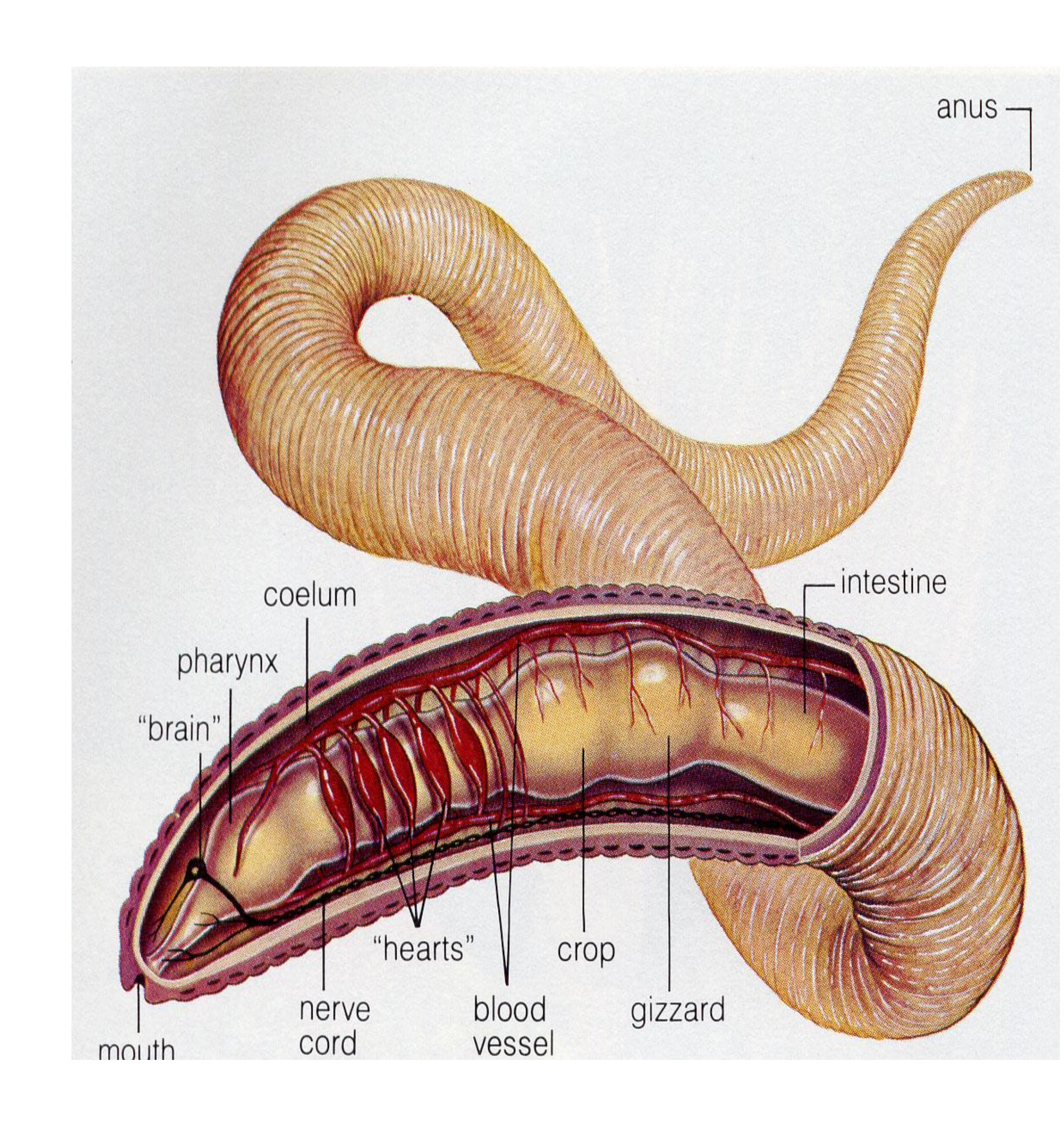
- 刚毛是由几丁质构成的，
- 由上皮内陷成为滤泡壁的刚毛囊，其底部有一单个的成刚毛细胞，围绕着成刚毛细胞表面长的微绒毛分泌几丁质物质，形成刚毛。
- 由于牵引肌的作用，刚毛能伸缩活动，使动物能进行爬行运动。



（四）闭管式的循环系统

- 环节动物是动物进化过程中**第一次循环系统**，但已是一种**高级形式的闭管式循环系统**

- 由纵行血管和环血管及其分枝血管组成。各血管以微血管网相连，**血液始终在血管内流动**，不流入组织间隙中



（四）闭管式的循环系统

- 心脏和血管内腔留下的残迹，是残存的**原体腔**。
- 一般环节动物的血浆中含有**血红蛋白**、**蚯蚓血红蛋白**和**血绿蛋白**3种呼吸色素。

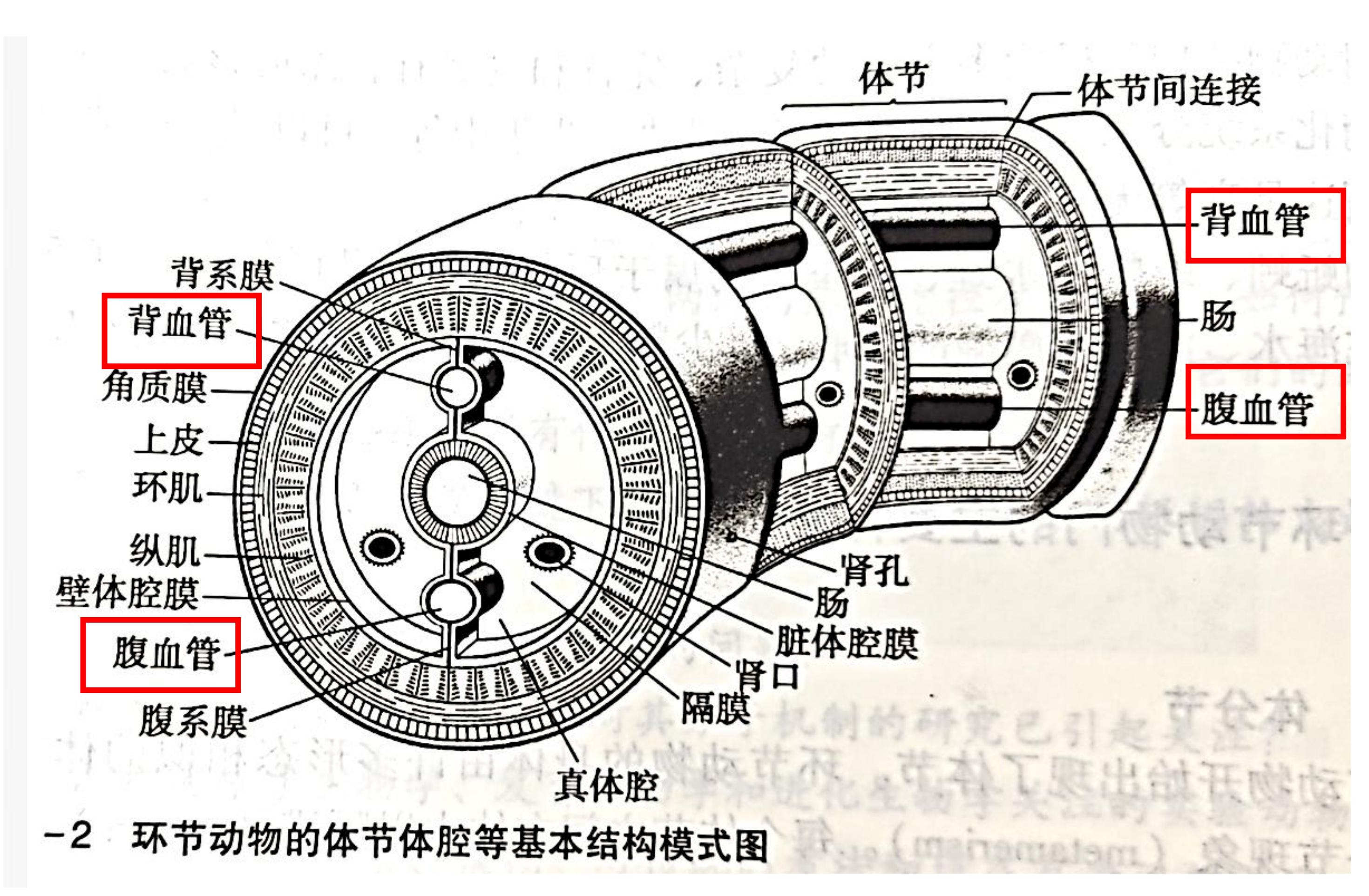
最后，总结一下动物中的呼吸色素：

血红蛋白，红色，分布于脊椎动物、环节动物，软体动物的血液中。

血绿蛋白，绿色或粉色，分布于环节动物中。

血蓝蛋白，蓝色，分布于软体动物，甲壳类和蛛形纲动物的血液中。

蚯蚓血红蛋白，褐色，存在于环节动物、星虫类和腕足类动物的血液中。



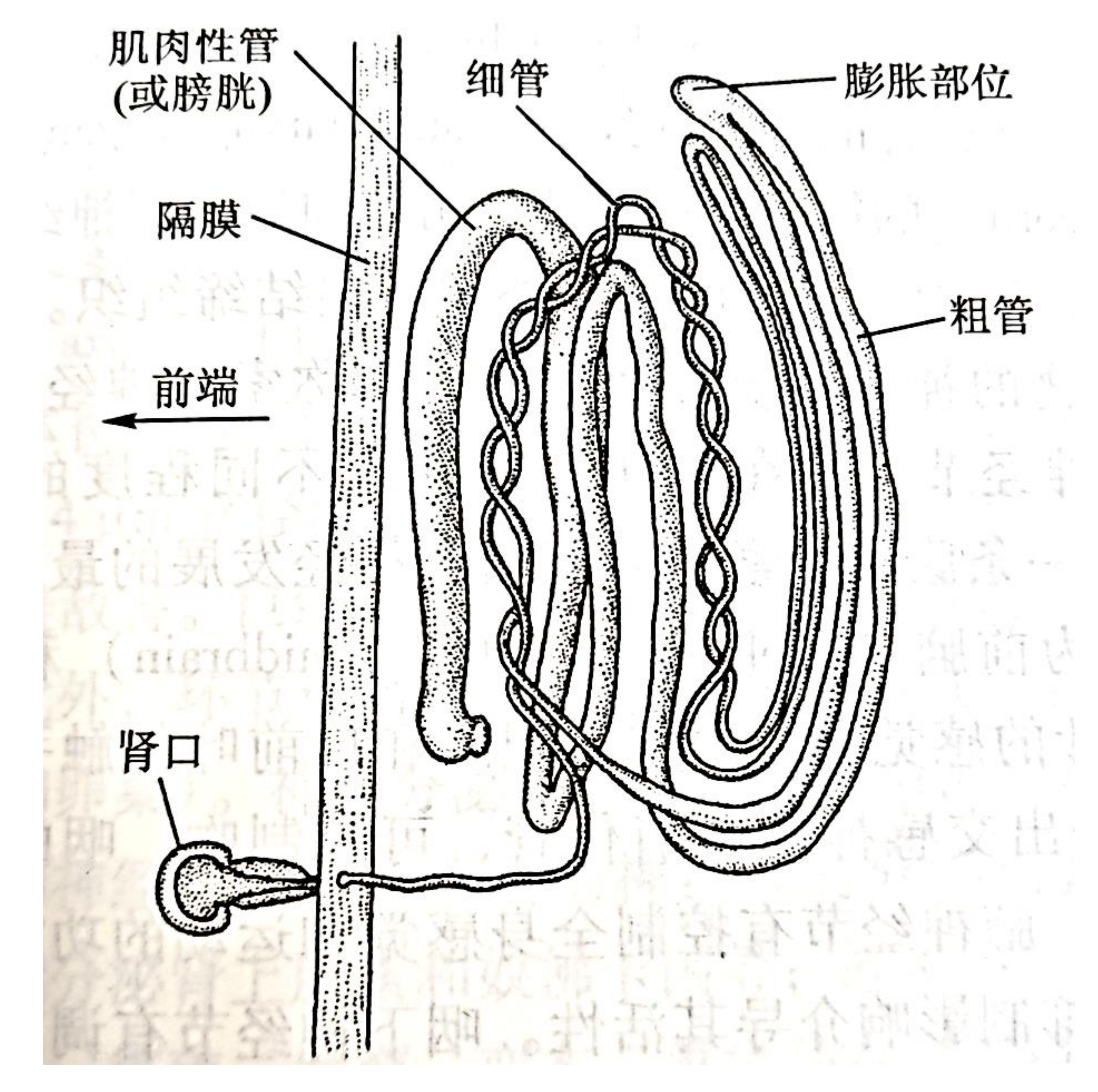
-2 环节动物的体节体腔等基本结构模式图

- 水蛭
- 真体腔被结缔组织填充，形成不同的腔隙，血液直接在腔隙中流动，形成开放式循环。实际血液为血体腔液。
- 没有疣足和刚毛。
- 主要依靠吸盘、体壁肌肉收缩及流体静力骨骼进行运动。





（五） 排泄器官为后肾管型

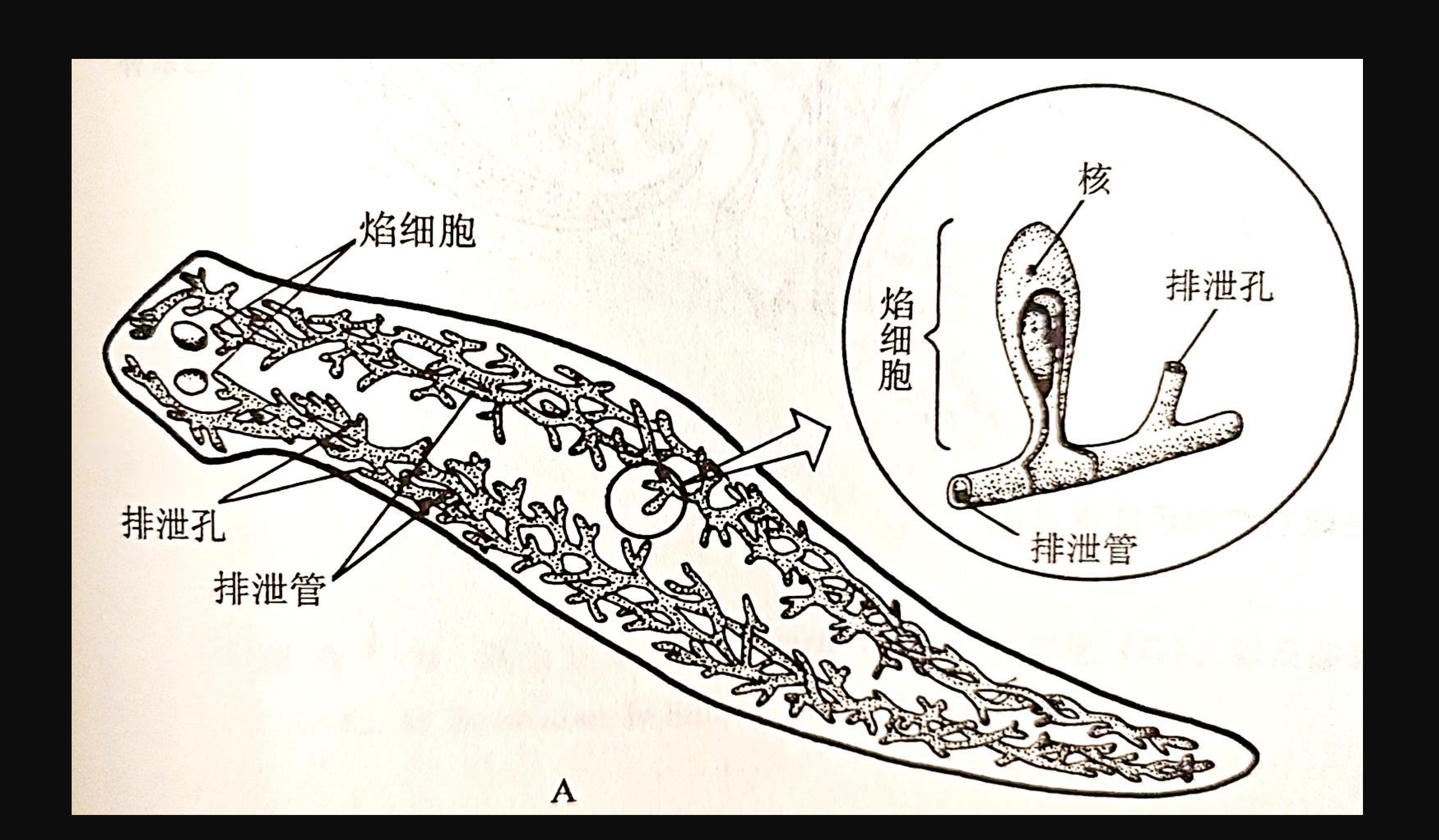


4. 排泄系统——原肾管型

扁形动物、假体腔动物

- 原肾：焰细胞（收集多余水分和液体废物）→排泄管→排泄孔（开口于背面）→体外
- 特点：只有排泄孔一个对外开口

- 原肾管型的排泄器官是由外胚层发育而来的，主要调节水分的渗透压。
  一端封闭，另一端为对外开口——排泄孔（肾孔），排泄物靠渗透进入排泄管



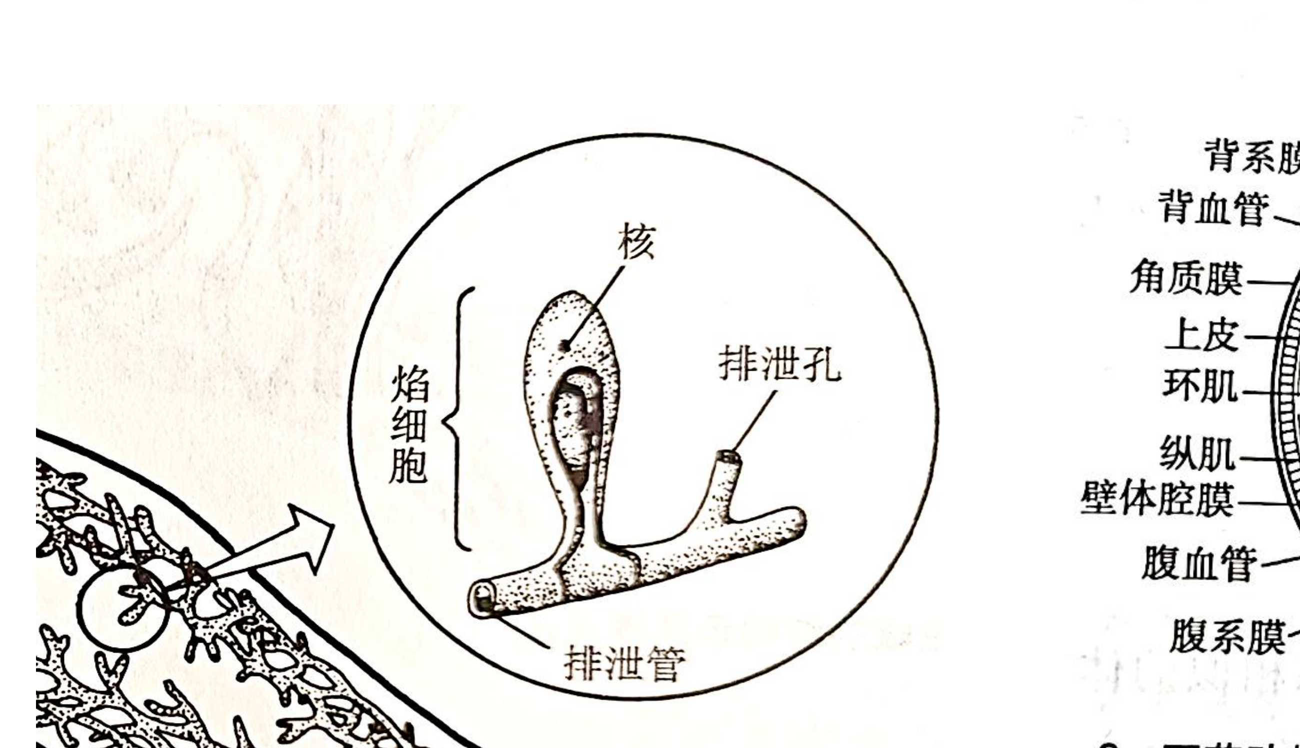
（五） 排泄器官为后肾管型

原肾管型： 外胚层发育而来，一端封闭，另一端为对外开口——排泄孔（肾孔），排泄物靠渗透进入排泄管

后肾管型： 排泄器官是由中胚层的体腔膜形成的，

具有两个开口：在体内的开口为肾口，向体外的开口为肾孔，

排泄物直接从肾口进入管，效率更高。



体节
体节间连接
背血管
肠
腹血管
背系膜
背血管
角质膜
上皮
环肌
纵肌
壁体腔膜
腹血管
腹系膜
肾孔
肠
脏体腔膜
肾口
隔膜
真体腔

-2 环节动物的体节体腔等基本结构模式图

（六）索式神经系统

- 索式神经系统 - 包括**脑**、**围咽神经**、**咽下神经节**和**腹神经索**。
- 腹神经索的每个神经节发出3对神经分布到体表和各器官；支配本体节的的感觉和运动的反射活动；
- 大多数环节动物的腹神经索中，存在一种巨大直径的**巨纤维**，或者称巨轴突，大直径电阻低，兴奋传到快，引起虫体快速缩短，以逃避敌害。（**功能只在逃避反应，不是正常的运动**）

前面的神经系统是什么？

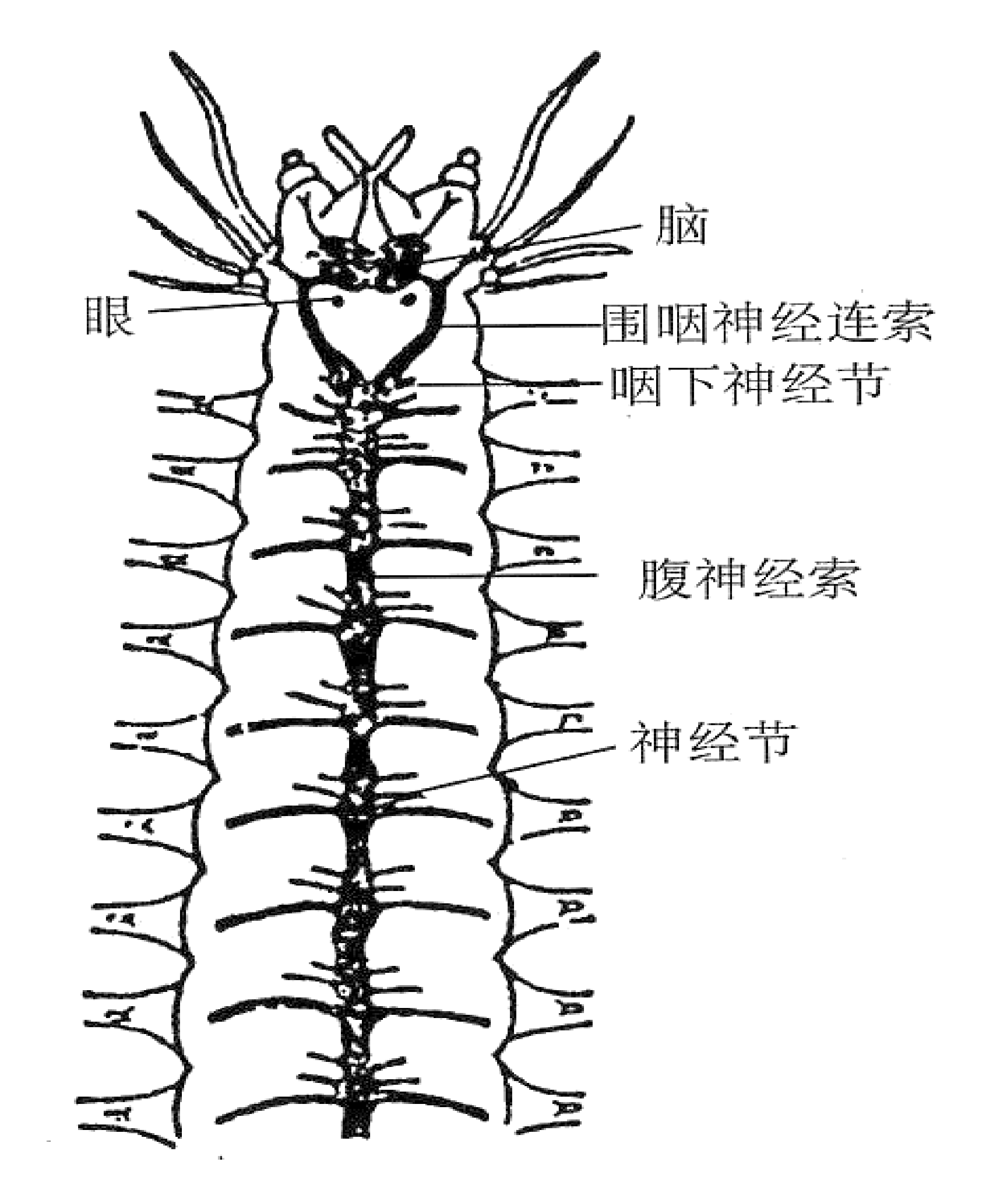
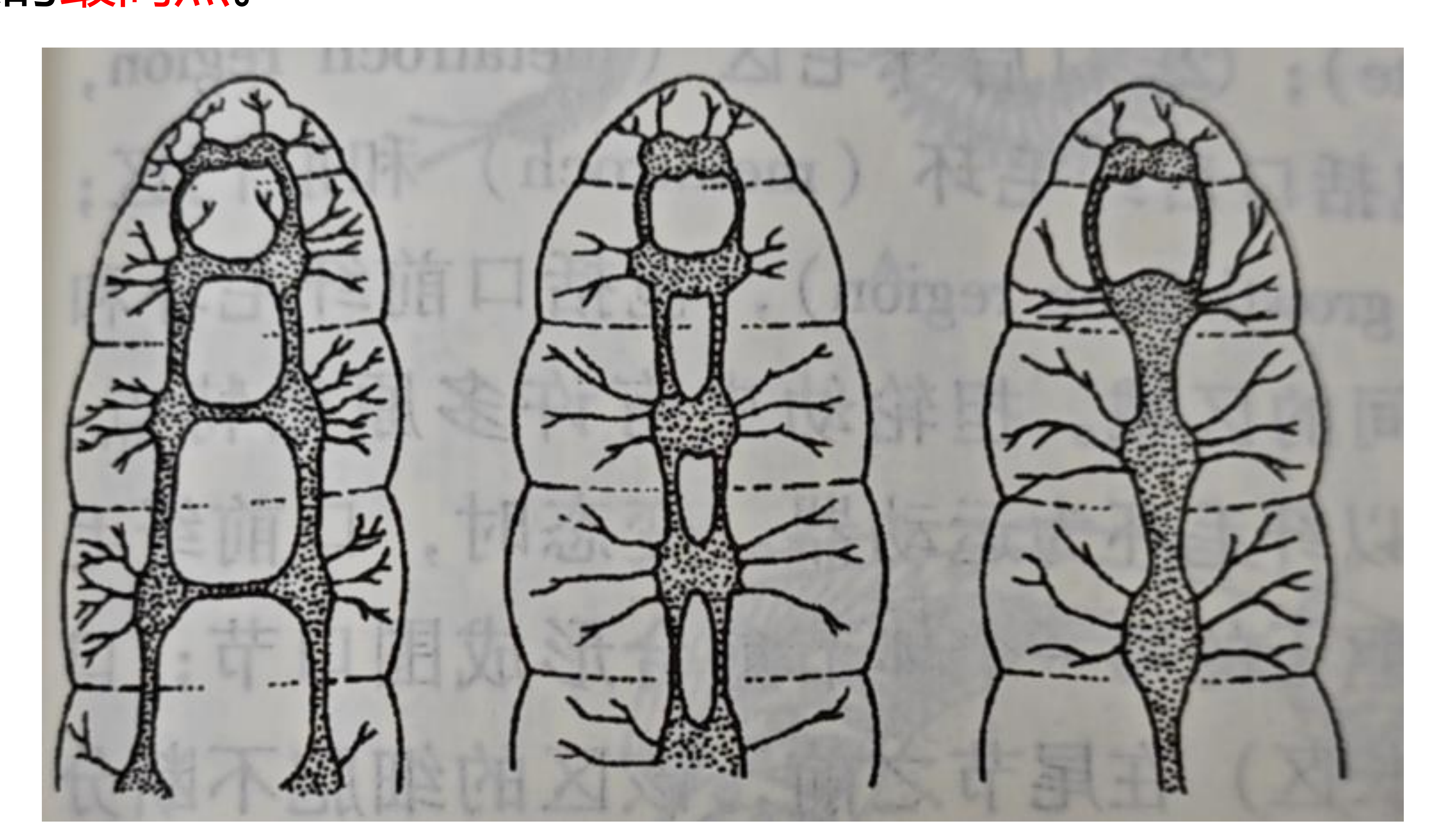


图 8-4　沙蚕的神经系统

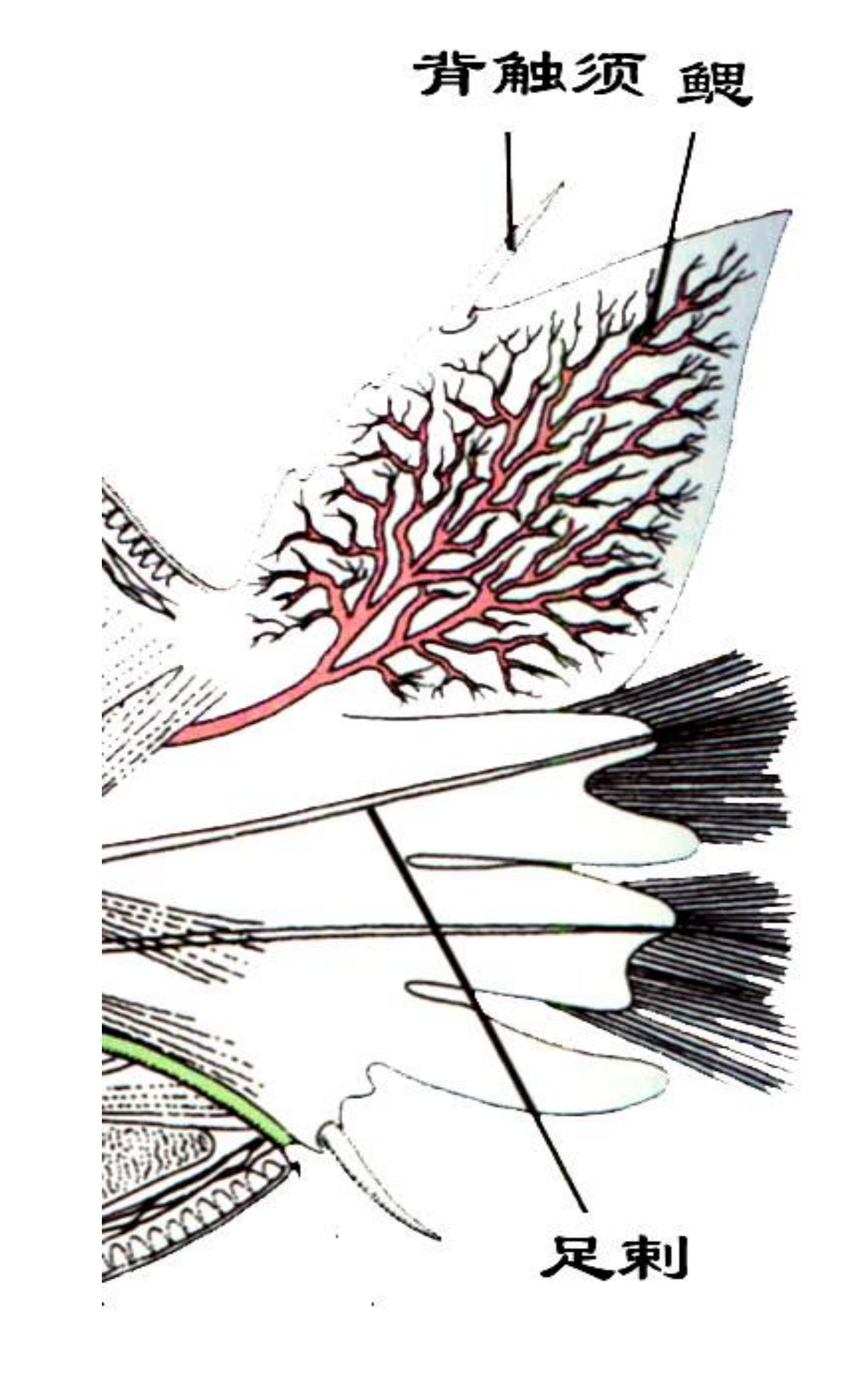
较原始的种类具有双腹神经索和每对一节的神经节，但在不同类群又有不同程度的愈合。从进化趋势看，完全愈合为一条腹神经索是环节动物神经发展的最高点。



（七） 皮肤呼吸

- 大多数环节动物无专门的呼吸器官，由于循环系统的产生，皮肤内分布有丰富的毛细血管，可依靠体表进行皮肤呼吸。

- 在多毛纲的部分海产种类出现专门的呼吸器官——鳃



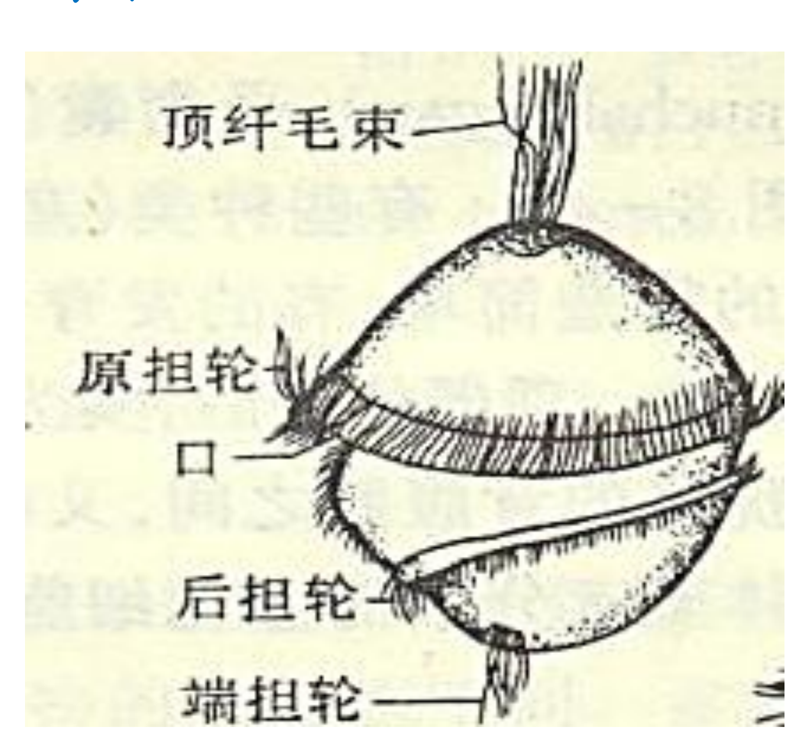
（八）担轮幼虫

- 环节动物的个体发育：

  受精卵→原肠胚→陆生和淡水类群直接发育为成虫；

- 海产种类的胚胎迅速发育幼虫，虫体陀螺形，有担轮。

- 担轮幼虫的有许多原始特点：无体节、原体腔、原肾管、幼虫以纤毛为运动器。

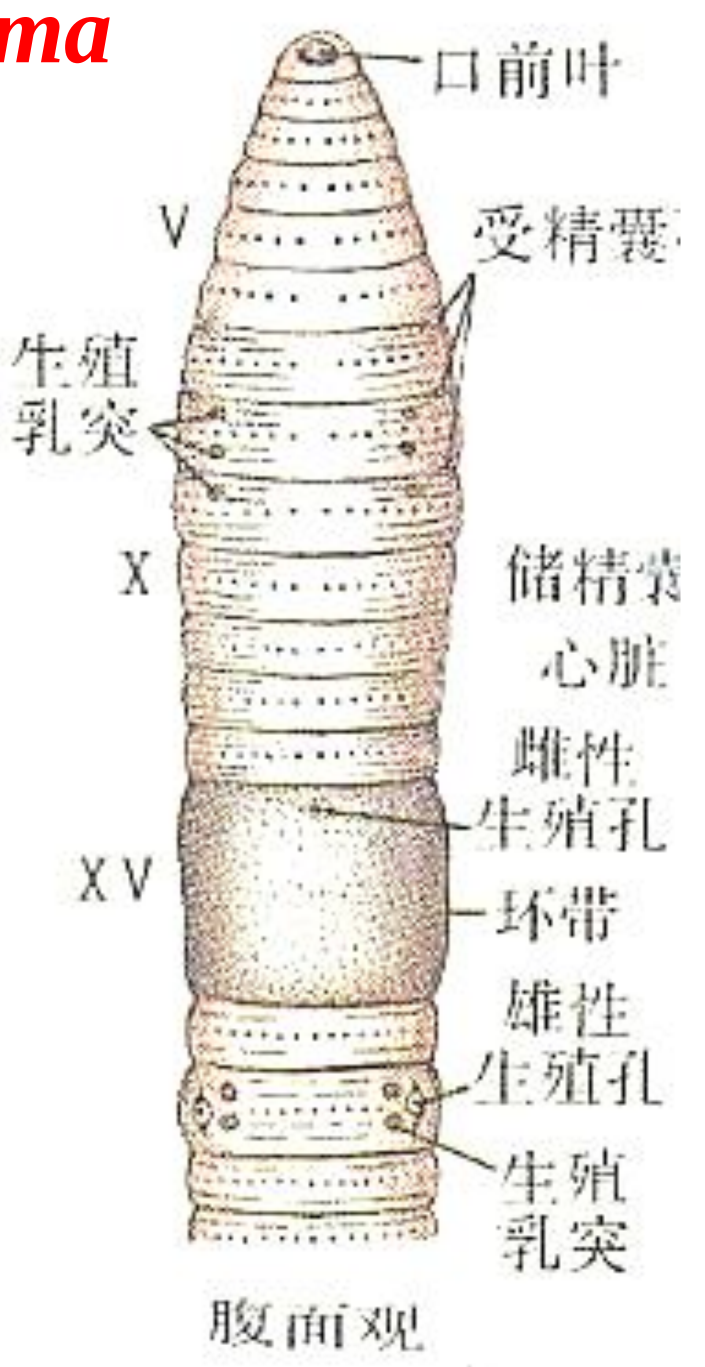


第二节代表动物　环毛蚓*Pheretima*

(1)外部形态

- 身体圆而细长，有许多相似的体节组成，雌雄同体
- 节间沟：体节与体节之间的深糟沟
- 口前叶：前端第一节，为肌肉质的突起，有摄食、掘土和感觉功能
- 环带（生殖带）：性成熟时在第14-15-16节由表皮形成的腺肿状突起，环带上无刚毛和节间沟。



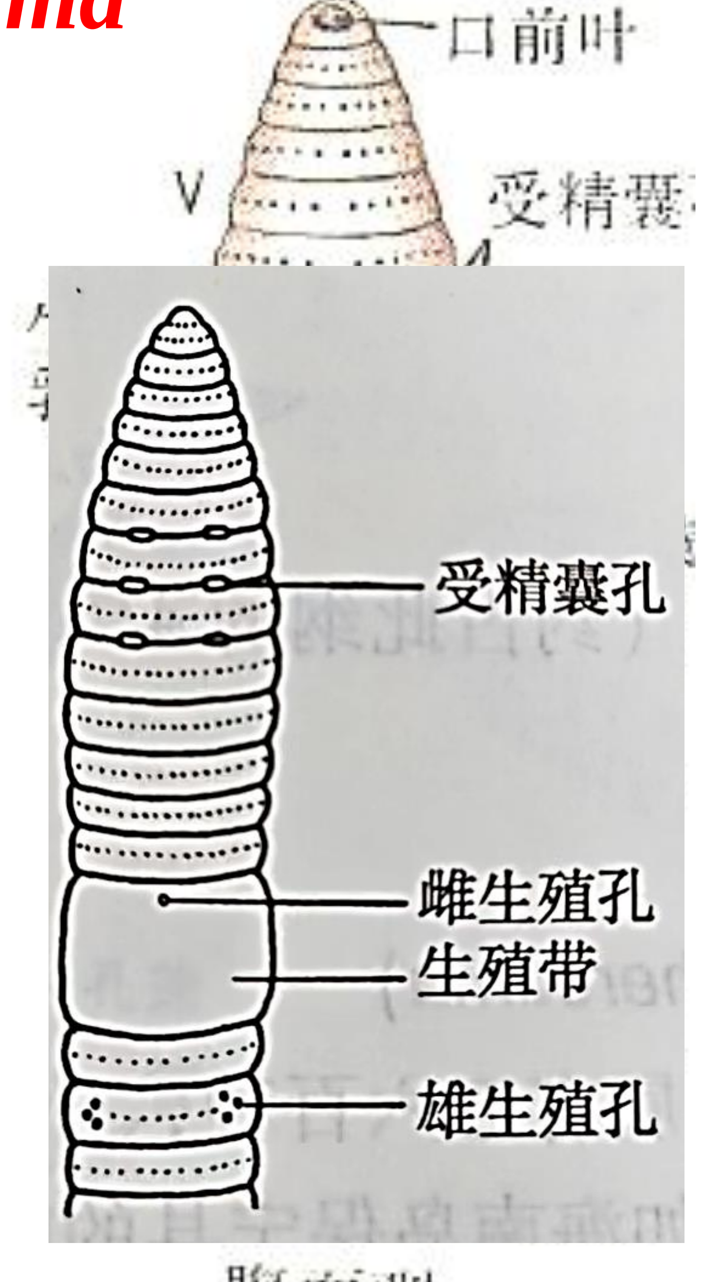



环带（繁殖器官）
口（吃食物）
肛门
（排除粪便）

第二节代表动物　环毛蚓*Pheretima*

(1)外部形态

- 背孔（体腔孔）：第11~12节间沟开始，在背中线上每节一个背孔，能放出体腔液。遇有干燥或剧烈刺激，体腔液从背孔逸出或喷出，有湿润体表和防卫功能。
- 三对受精囊孔：位于6/7、7/8、8/9节间沟的两侧
- 雌性生殖孔：一个，位于第14节腹面中央
- 雄性生殖孔：一对，位于第18节腹面两侧



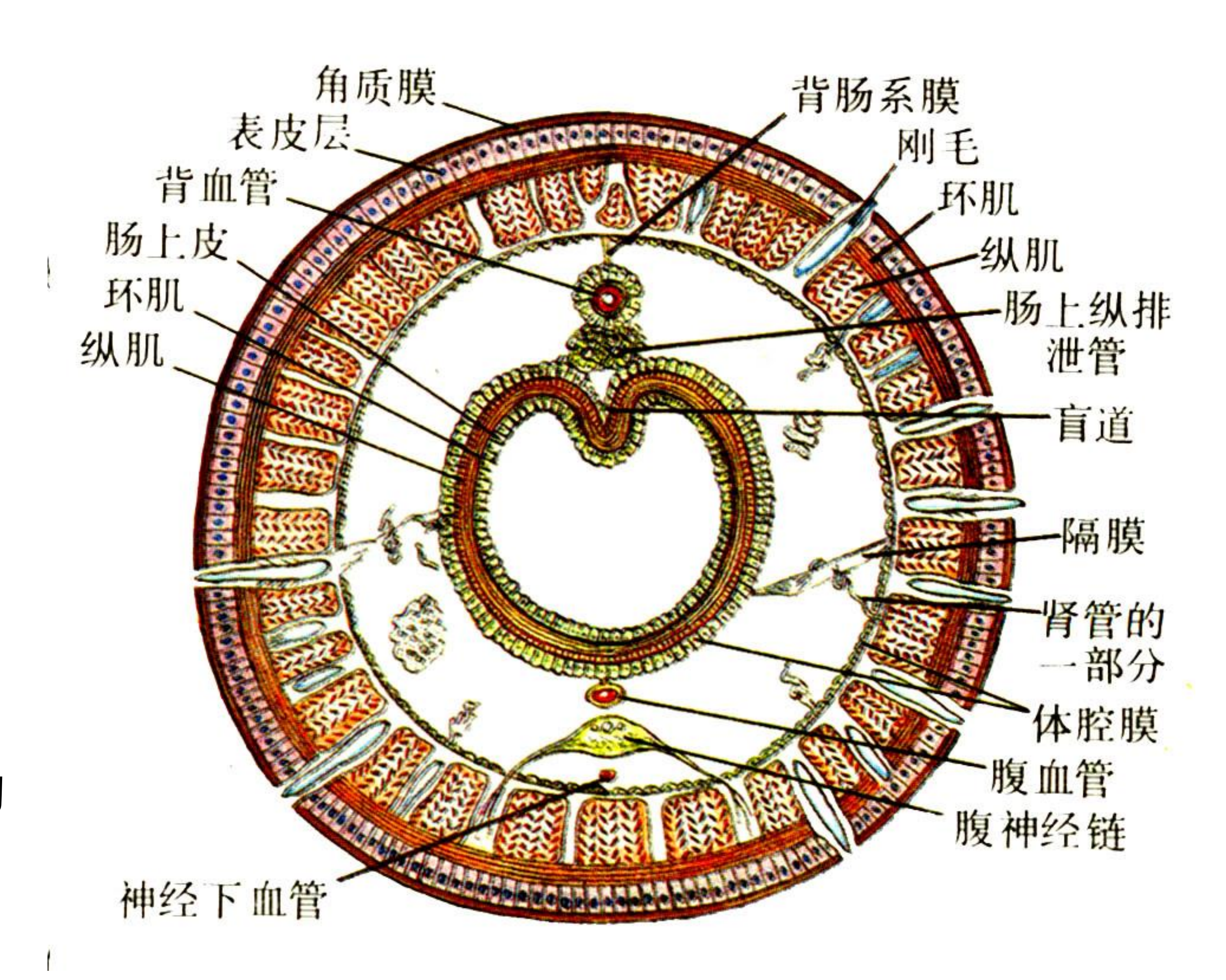
腹面观

(2）体壁和体腔

体壁由四部分组成：

- ➢角质膜
- ➢表皮
- ➢肌肉（环肌+纵肌）
- ➢体腔膜

环节动物体壁的四层结构一起组成皮肌囊

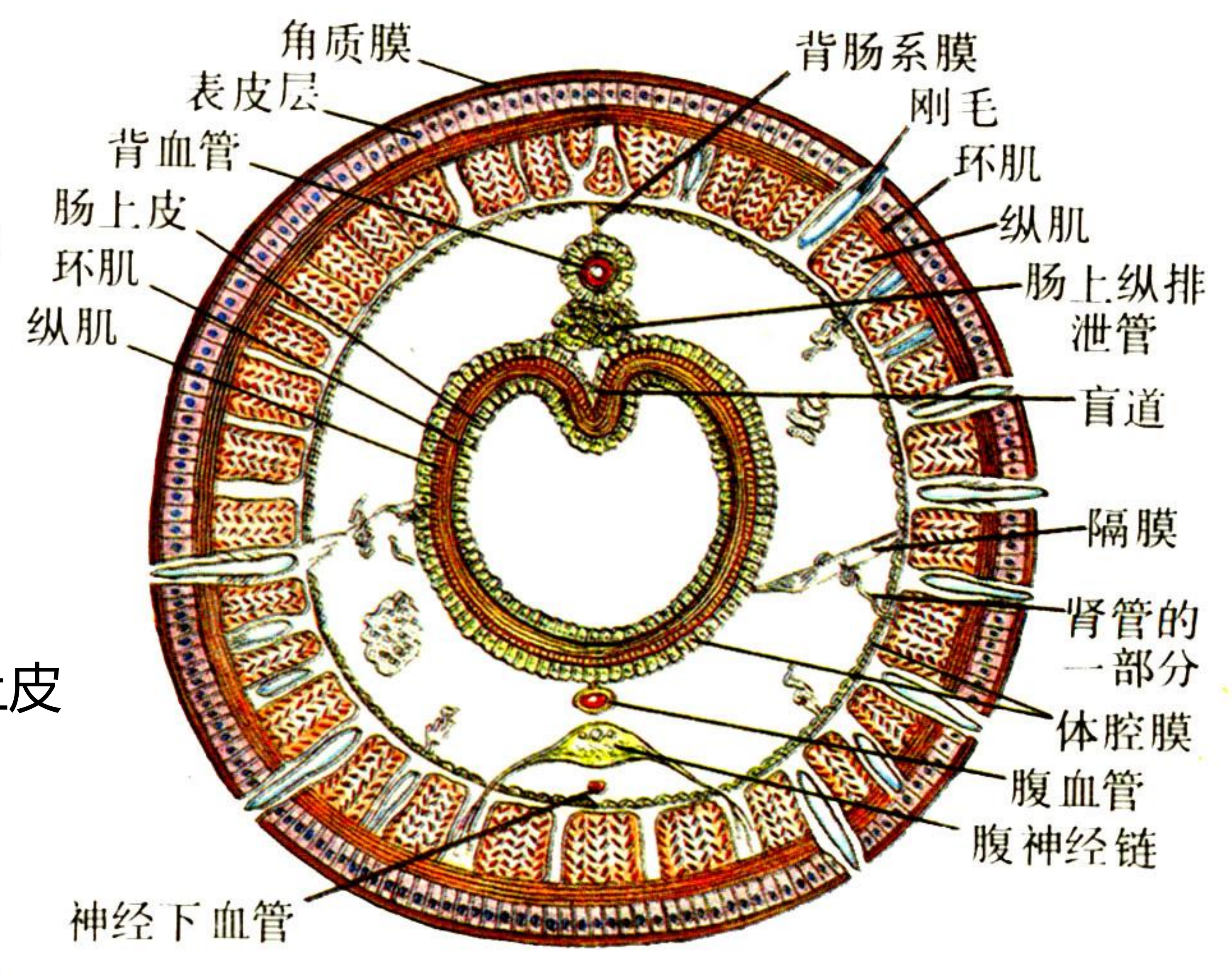


- 角质膜：薄，由表皮细胞分泌而成
  功能：保水，能防止身体在干燥环境中失水

- 表皮层：由单层柱状上皮细胞组成，其间有腺细胞分布，腺细胞能分泌粘液，湿润体表，利于钻洞和呼吸作用。

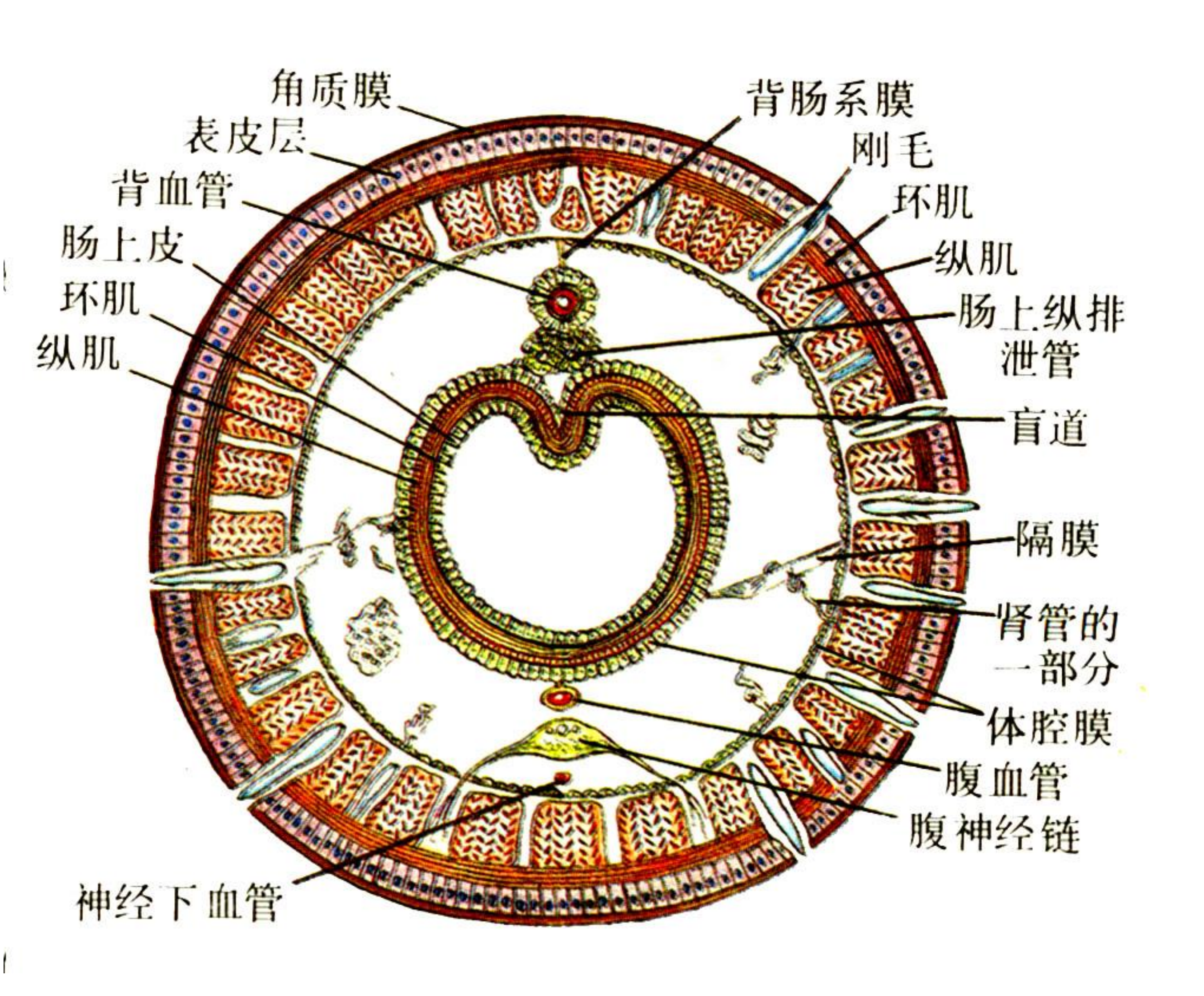
- 肌肉层：薄的环肌+厚的纵肌

- 体腔膜：一层中胚层来源的体腔上皮



体腔

位于体壁和消化道之间的空腔，被体腔膜所包围，是真体腔。



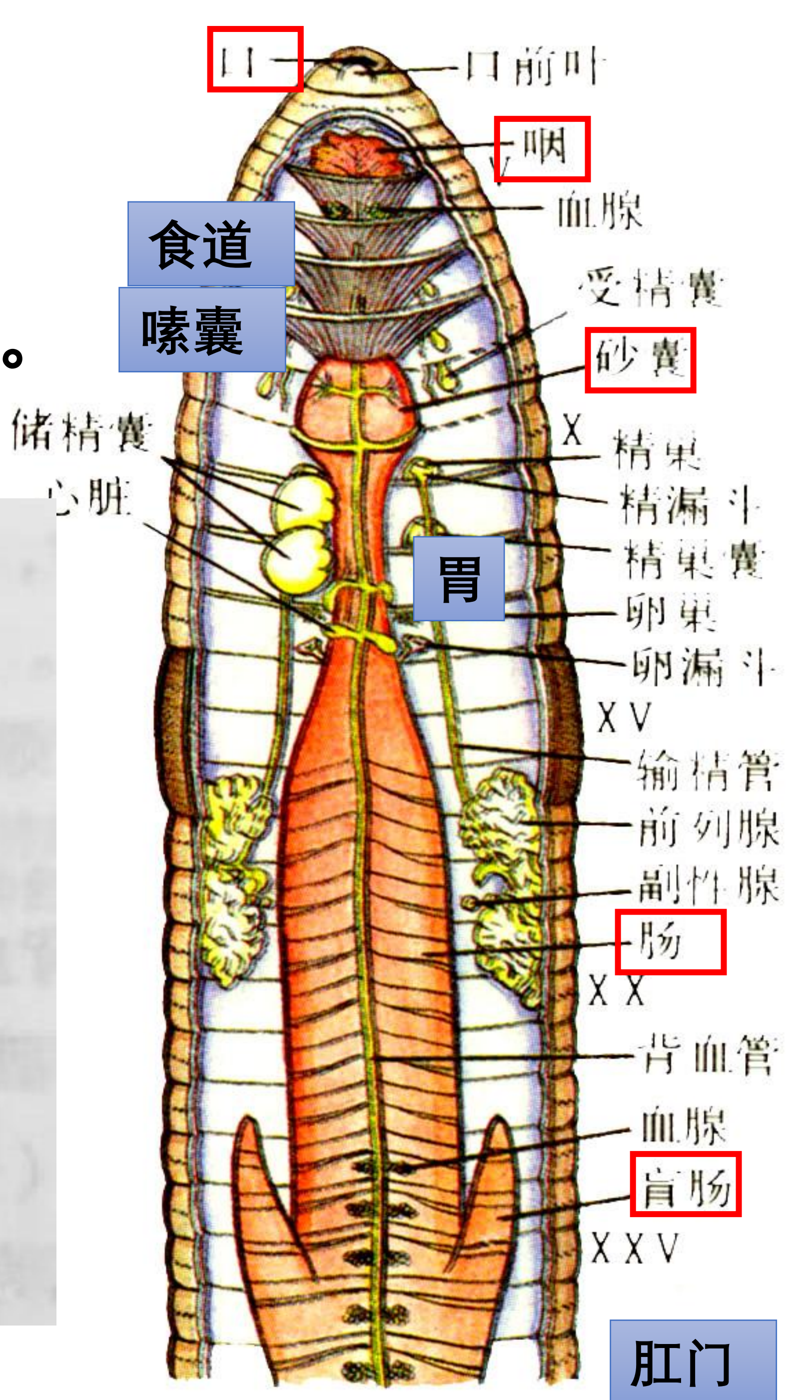
- 真体腔内容有生殖、排泄器官，血管和神经索。
- 体腔内充满体腔液，始终浸浴着内部器官，加强了各器官间的联系，同时也起着进行物质运输和循环系统的功能。

(3) 消化系统

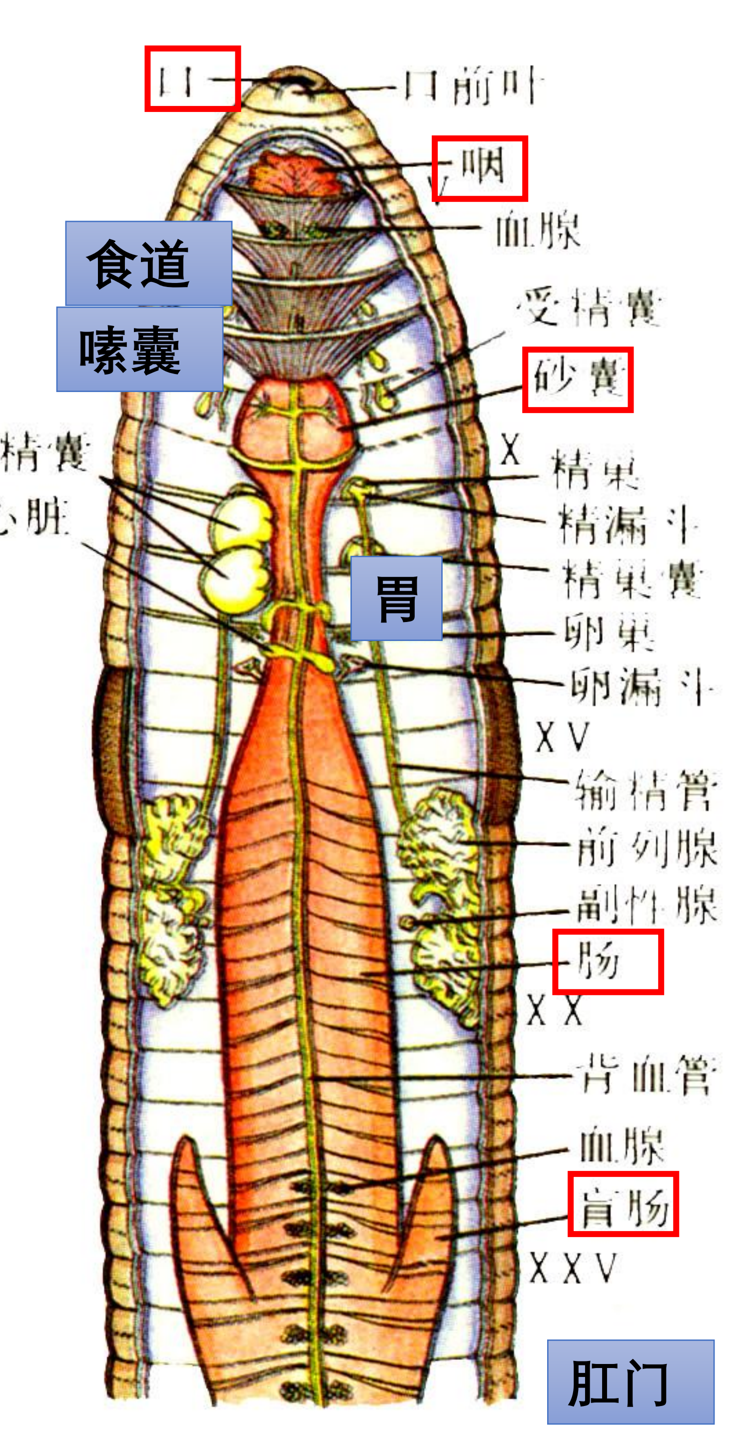
环毛蚓的消化道自口至肛门为一条直管，

即口、咽、食道、嗉囊、砂囊、（胃）肠、肛门。

口腔
咽
咽
V
钙腺
嗉囊
砂囊
食道
X
精巢囊及精巢



- 咽处肌肉强大，咽肌收缩使咽腔扩大吸进食物。咽头外围有咽头腺，能分泌粘液和蛋白酶，湿润食物和对蛋白质初步分解。咽后为一短而细的食道，其壁有钙腺，能分泌钙离子到消化管，可中和酸性物质。由于蚯蚓随着食物吞入土中的钙易引起血钙升高，这样减低了其血液中钙离子浓度，因此，钙腺实际司离子调节，而不是消化腺，它也调节体腔液的酸碱平衡。
- 食物经食道进入薄壁的嗉囊，暂时储存，然后进入砂囊，在砂囊内由于囊壁肌肉收缩和囊内壁厚的角质膜的摩擦，可将食物磨碎。由口至砂囊是外胚层形成的，属前肠。
- 其后为肠(之前较细处常称为胃)，消化吸收主要在肠内进行。在肠壁背侧中央凹入成一纵沟称为盲道，可增加消化吸收面积。在肠的两侧(第26节)向前伸出1对锥形盲肠，能分泌多种酶，为重要的消化腺。(胃)肠来源于内胚层，属中肠。
- 肠之末端变细较短，称直肠，无盲道，无消化功能，开口于肛门，这一段来源于外胚层，属后肠。
- 不能消化的食物连同大量的泥土经肛门排出体外，称为蚓粪。它被誉为新型全价复合肥料，含有大量的有机质和腐植酸以及氮、磷、钾多种微量元素和氨基酸等。



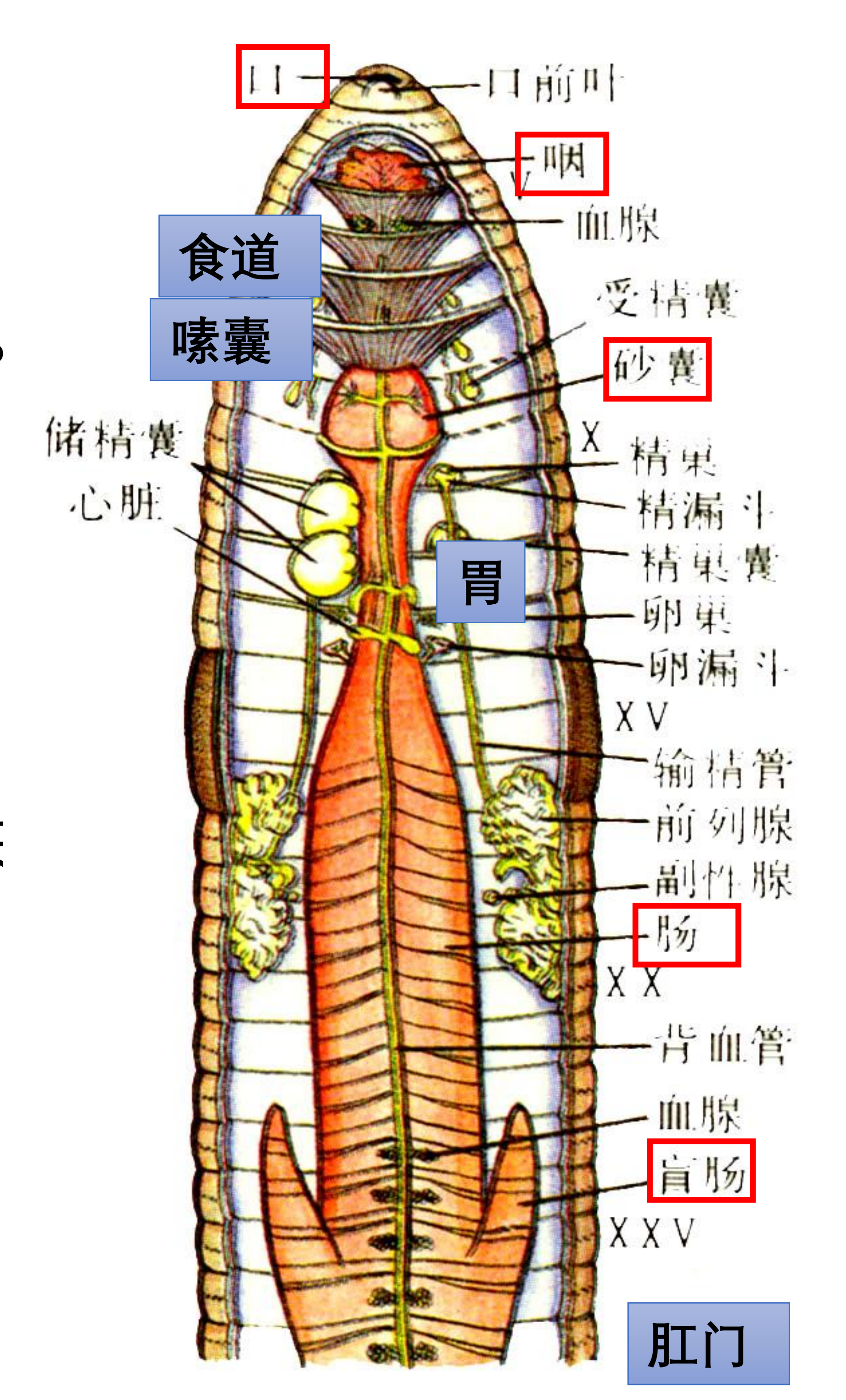
（3）消化系统

环毛蚓的消化道自**口至肛门**为一条**直管**，

即**口、咽、食道、嗉囊、砂囊、（胃）肠、肛门**。

可分为前、中、后肠：

- **前肠：外胚层：包括口腔、咽、食道、嗉囊、砂囊**
- **中肠：中胚层：包括胃、小肠**（背面内凹为盲道，用来加消化吸收的面积；肠前端有一对盲肠，内有消化腺）
- **后肠：外胚层：包括直肠、肛门**

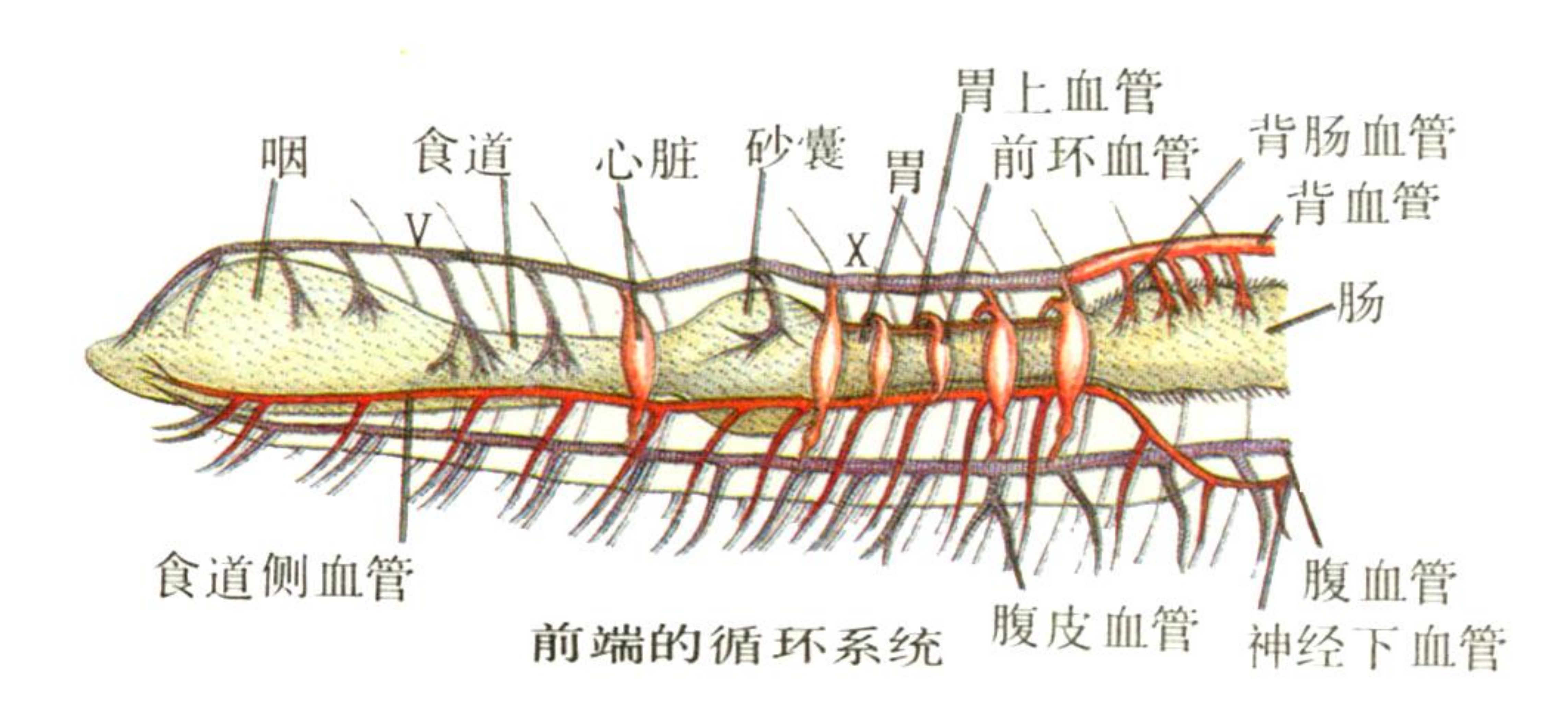


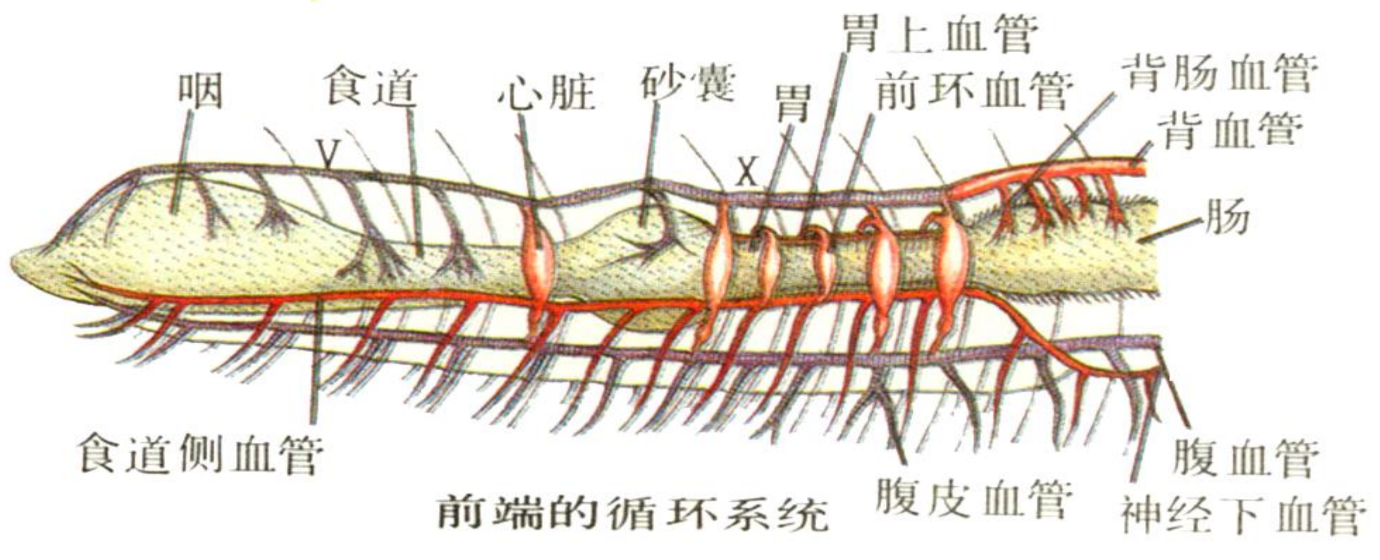
黄色细胞：围绕肠、背血管和盲道中有大量的黄色细胞，是**脂肪和糖原合成和储存的主要中心**，毒素的储存和去毒性，血红蛋白的合成和蛋白质的分解作用，氨的形成和尿素的分解作用，具有**贮存**（排泄）的作用。

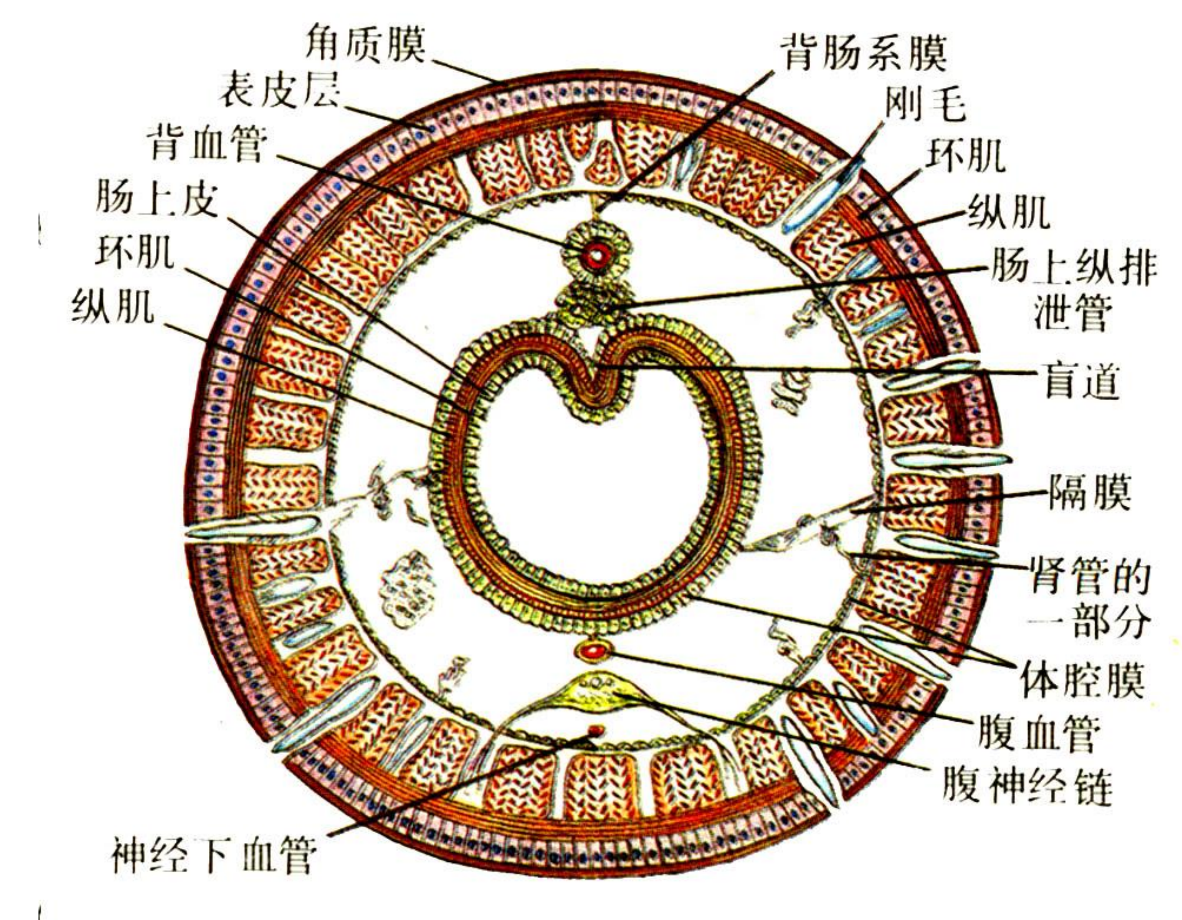


（4）循环系统

蚯蚓有高度发达的闭管式循环系统，由纵血管、环血管和微血管组成：







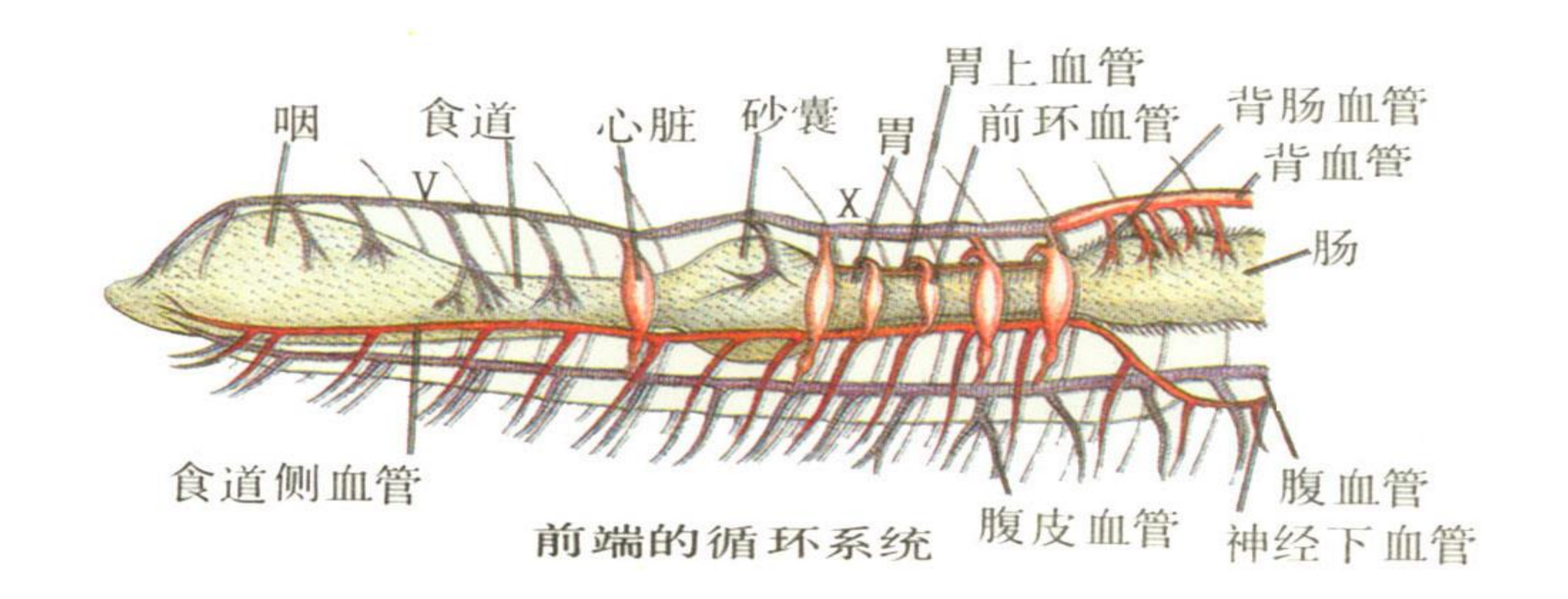
纵血管：

背血管：位于消化道背面，血液自后向前流动

腹血管：位于消化道腹面，血液自前向后流动

神经下血管：位于腹神经索下面，血液自前向后流动

侧血管（食道外血管）：位于消化前部两侧，血液自前向后流动。



环血管：

心脏：位于第7、9、12、13体节，有自主节律地搏动，连接背、腹血管，血液由上而下。

壁血管：除身体前端外大部分体节各一对，连接神经下血管和背血管，血液自下而上。

环血管：连接侧血管和背血管，血液自下而上

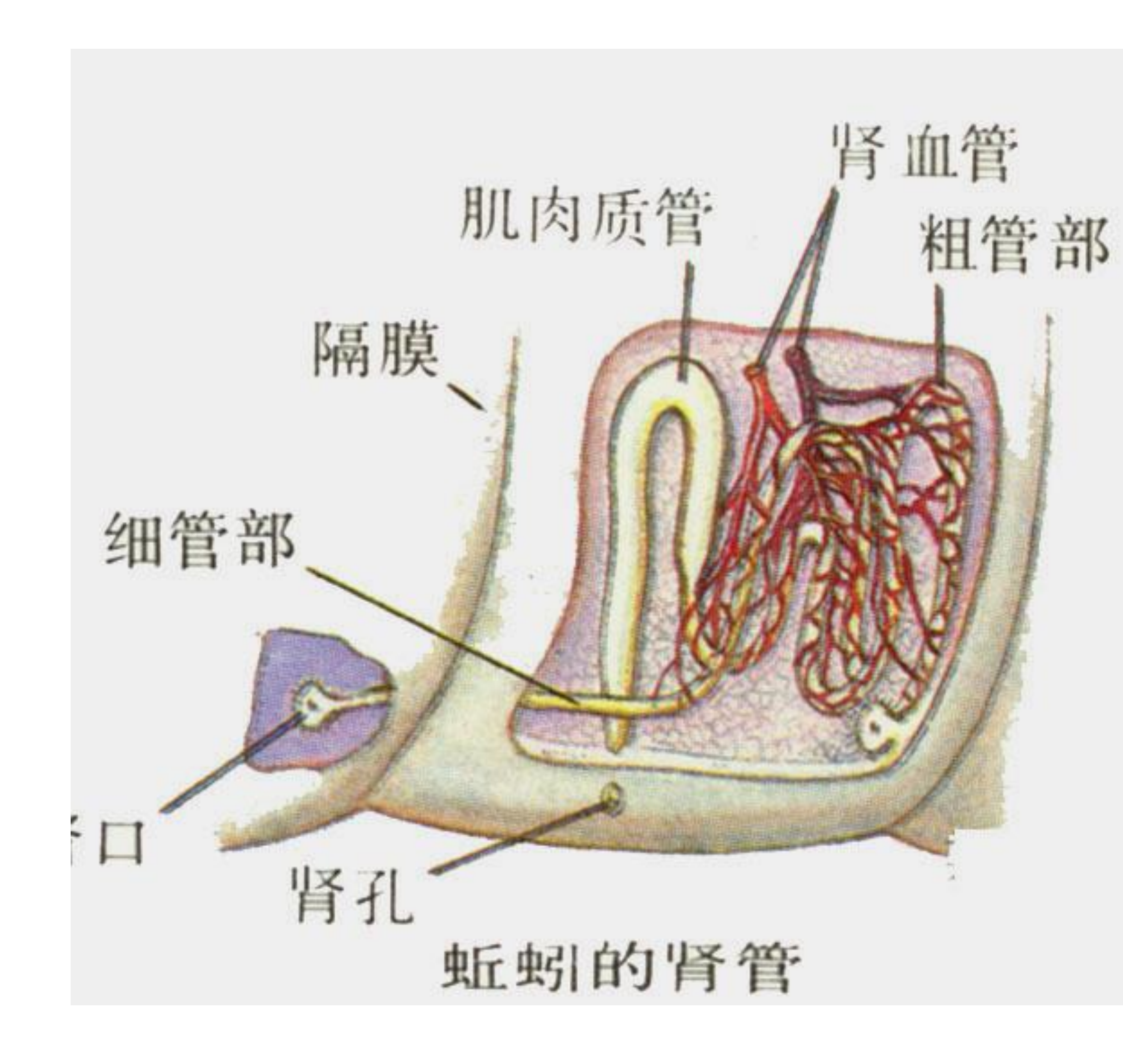
背血管和心脏是血液循环的动力器官。

呼吸与排泄

(1) 体表呼吸

(2) 小肾管(三类)： 后肾管来源外胚层

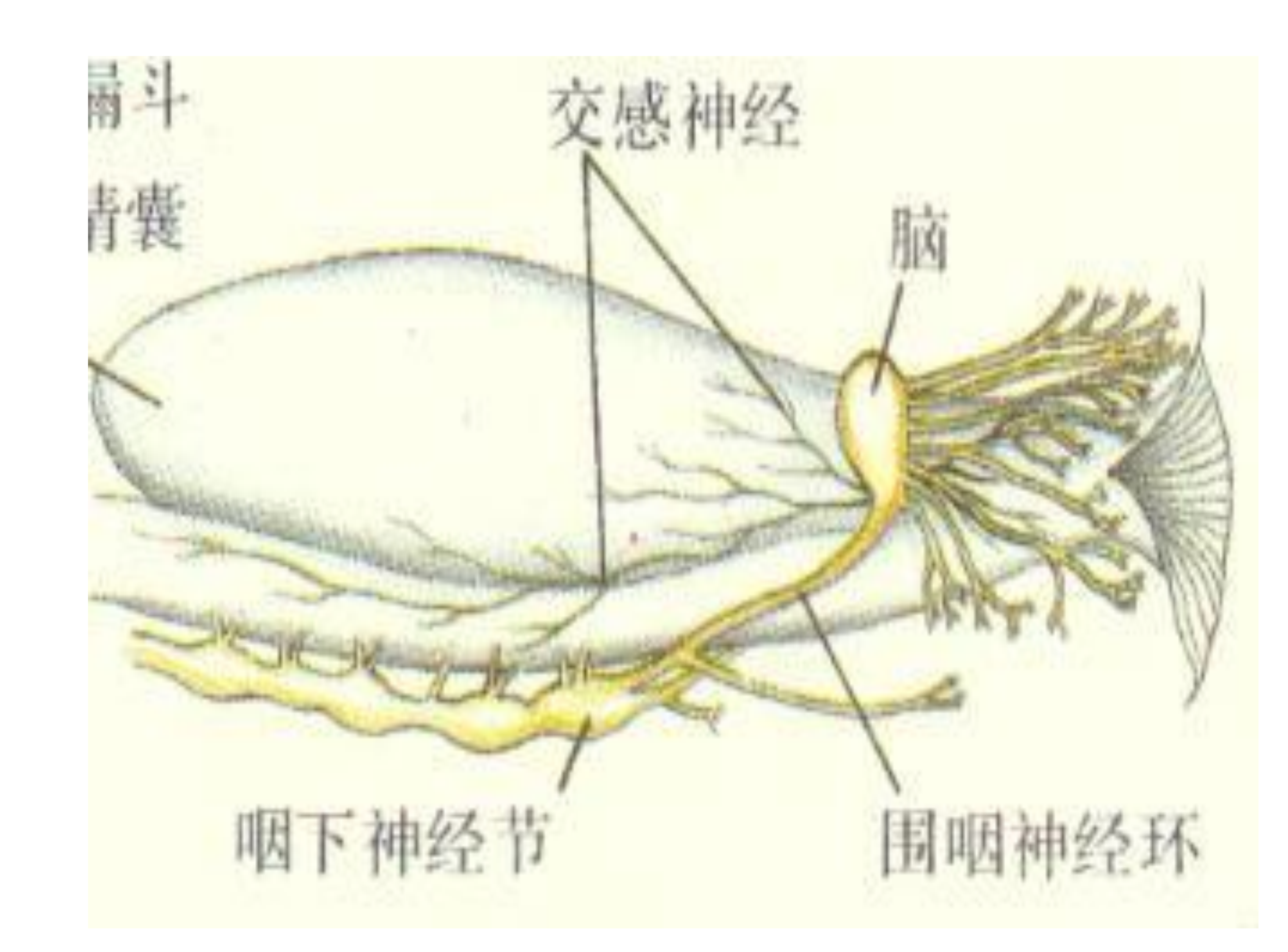
- 体壁小肾管：无肾口，肾孔开口于体表。
- 隔膜小肾管：肾口开口于隔膜前一体腔，肾孔开口于肠。
- 咽头小肾管：无肾口，肾孔开口于咽。



蚯蚓的肾管

（7）神经系统：

- 典型的索式神经系统，有中枢神经系统、外周神经系统和交感神经系统的分化。有简单的反射弧。
- 中枢神经系统包括：脑神经节、围咽神经环、咽下神经节、腹神经索



（8） 生殖系统：蚯蚓为雌雄同体，异体受精

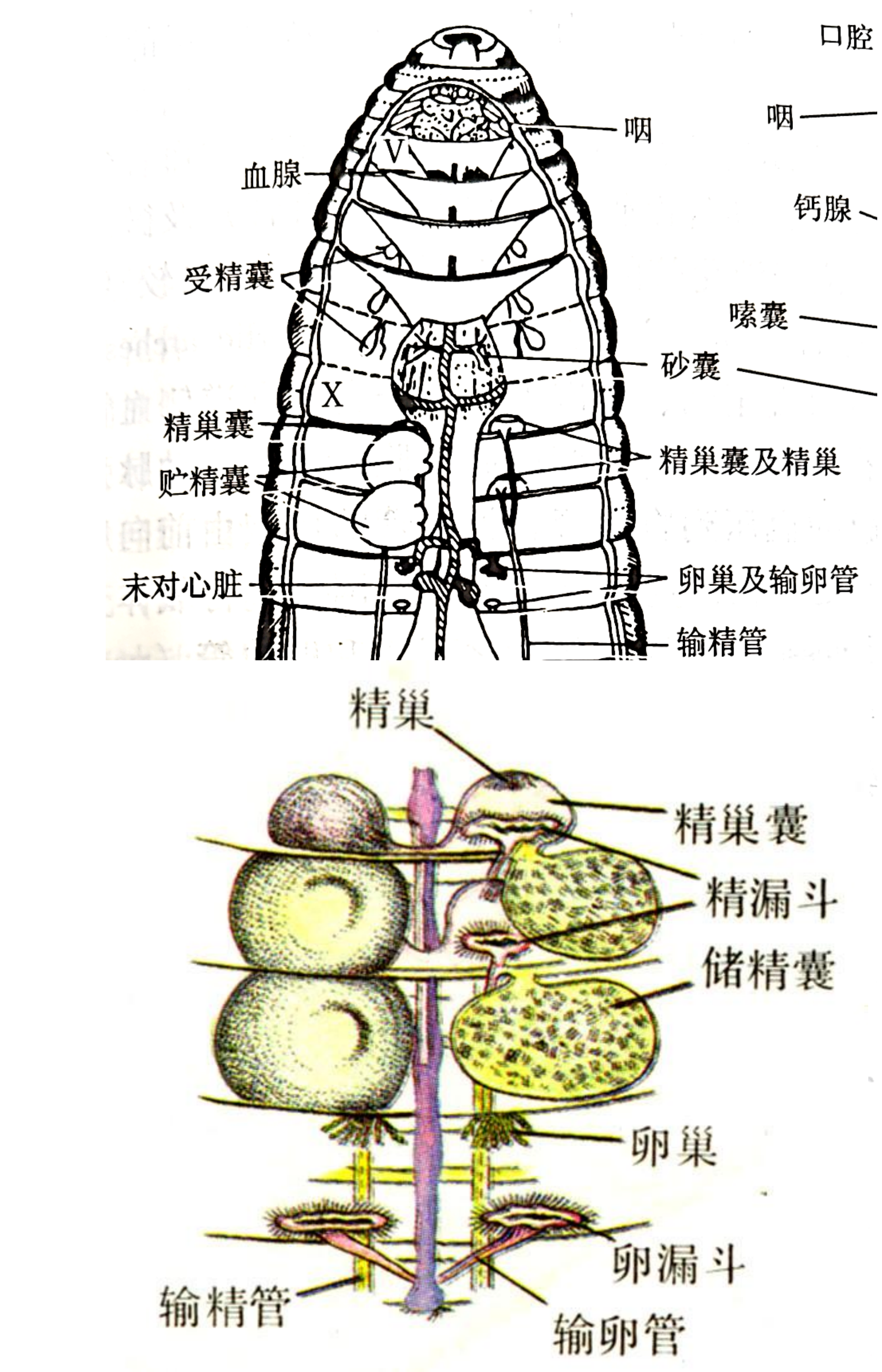
8.1 雌性生殖器官：

- **受精囊（纳精囊）（位于7、8、9三个体节）：**

  3对，为接纳和贮存异体精子的场所

- **卵巢：一对位于第12、13体节内，后面各接一卵漏斗，连接输卵管， 在隔膜处合后，以雌性生殖孔开口于第14体节中央。**

卵巢—卵漏斗—输卵管—阴道—雌性生殖孔



8.2雄性生殖系统：

精巢：2 对，很小，位于第10、11体节内的**精巢囊**内。

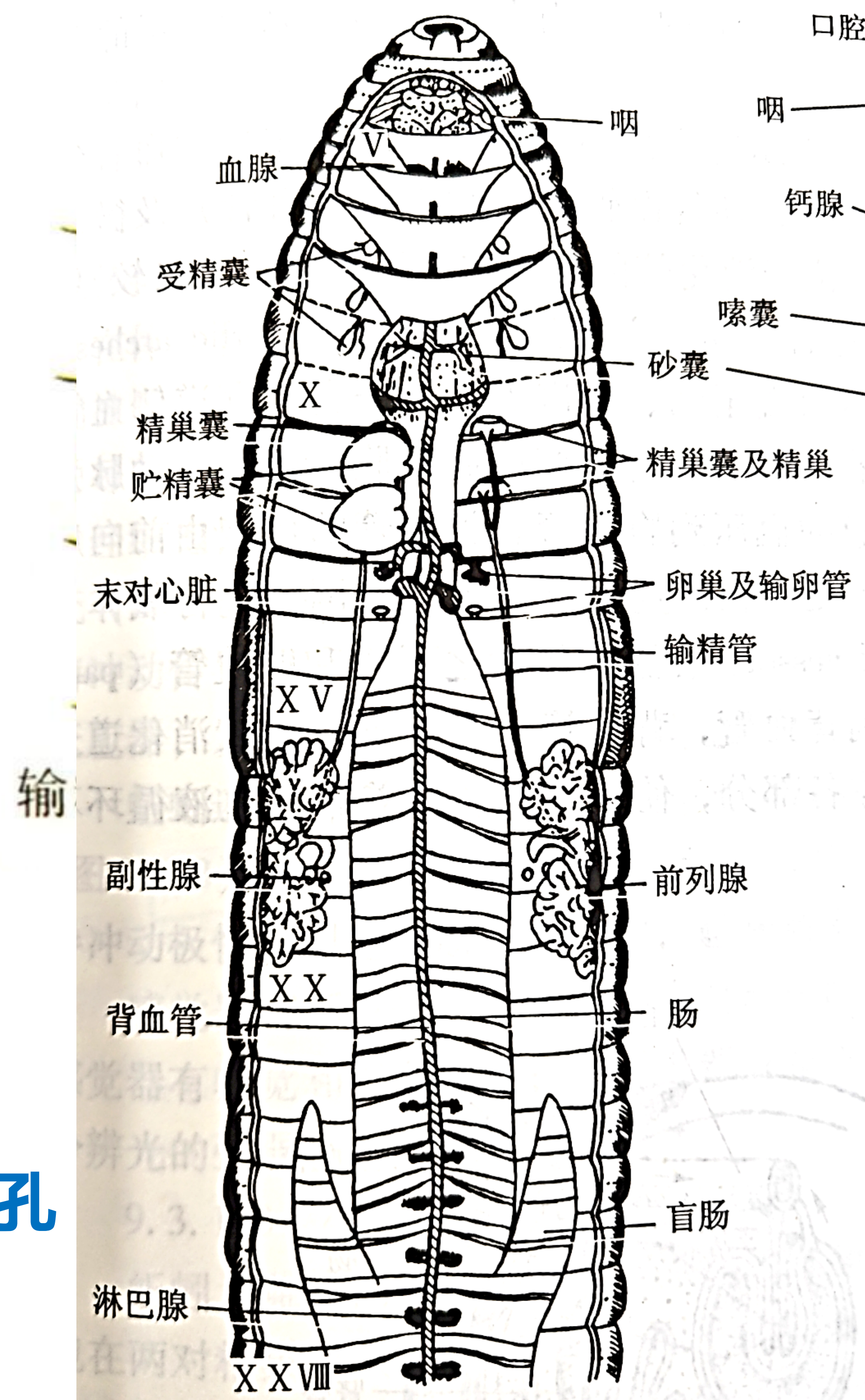
贮精囊：2对，与精巢囊相通，充满营养液，精细胞形成后先进入贮精囊内发育，待形精子后再回到精巢囊。

精漏斗：2对，前端膨大，口具纤毛，后接输精管。

输精管：2 条，于第13体节内合为一条，向后伸至第18体节，以**雄性生殖孔**开口于体壁。

前列腺：一对，位于雄孔内侧， 分泌粘液，与精子的活动和营养有关。

精巢(精巢囊内)—贮精囊——精漏斗—输精管—雄性生殖孔



8.3 生殖（雌雄同体但必须异体受精）

➢ 精子先成熟，雌雄交配，前端腹面相对，借生殖带分泌的粘液紧贴在一起；各自的雄生殖孔紧贴对方的受精囊孔；

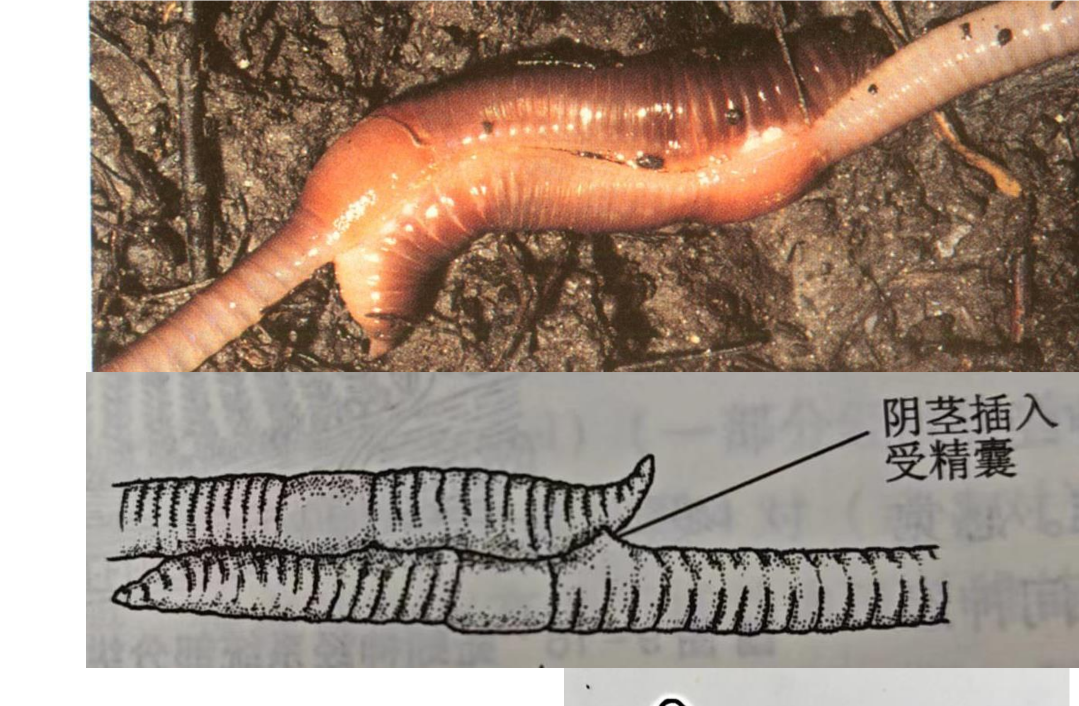
➢ 将精液送入对方的纳精囊内；

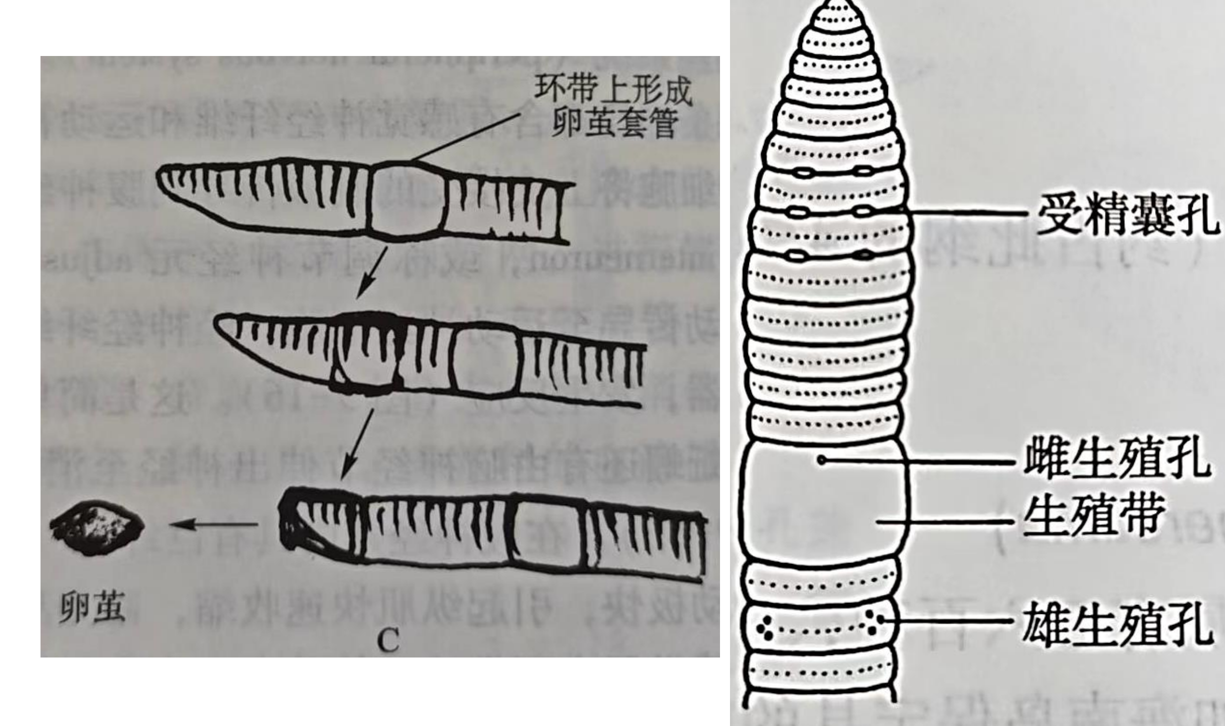
➢ 卵成熟，环带分泌物质形成蛋白质环，成熟卵产在环内；

➢ 随身体收缩，蛋白质环向前移动，至纳精囊孔处，精子逸出，与卵受精；

➢ 环带继续前移，从前端脱离蚓体，两端封闭，形成蚓茧（卵茧），留在土中；

➢ 受精卵在蚓茧内发育，2 - 3周后孵化出小蚯蚓，破茧而出。直接发育，无幼虫期。





环节动物分类

	多毛纲	寡毛纲	蛭纲
分节	头部明显，体分节。	头部不明显，体分节。	体分节，每节数个体环。
刚毛和疣足	有	无疣足，有刚毛	无
吸盘	无	无	前后各一
生殖和发育	雌雄异体， 有担轮幼虫期。	雌雄同体， 直接发育。	雌雄同体， 直接发育。
典例	沙蚕	蚯蚓（环毛蚓）	水蛭



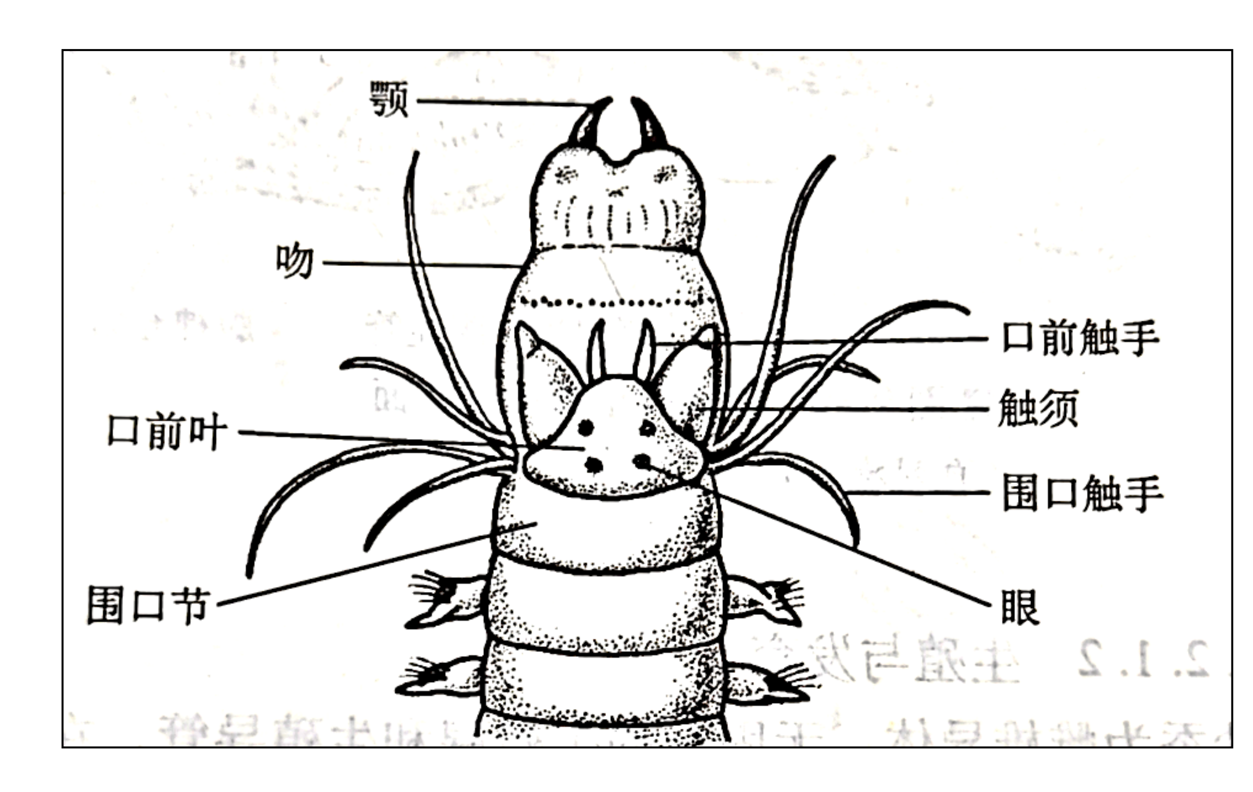
第三节 环节动物门的分类

一、多毛纲（Polychaeta)

（一）代表动物——沙蚕（*Nereis*)

1. 外形

- 头部发达，
- 口前叶、眼点、口前触手、触角；
- 围口节有两侧各有4条围口触手、吻、颚；
- 躯干部每一体节两侧有一对疣足





（一）代表动物——沙蚕（*Nereis*）

2. 消化系统

3. 循环系统

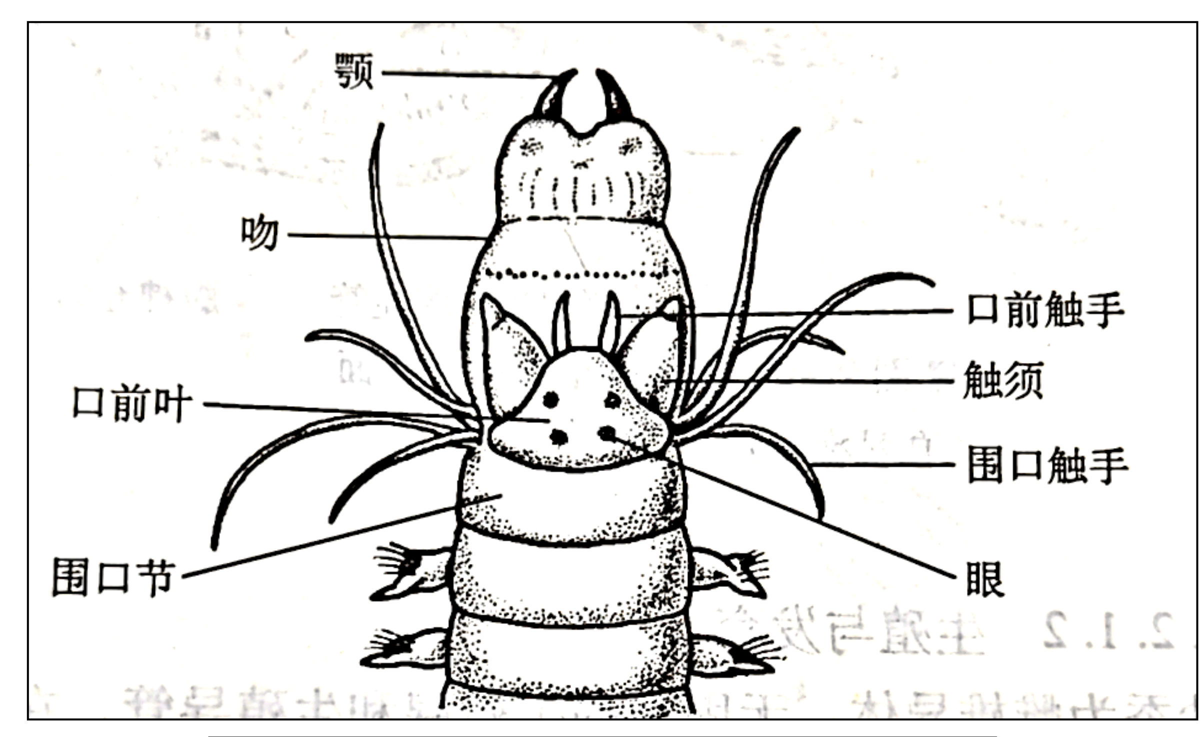
4. 排泄系统

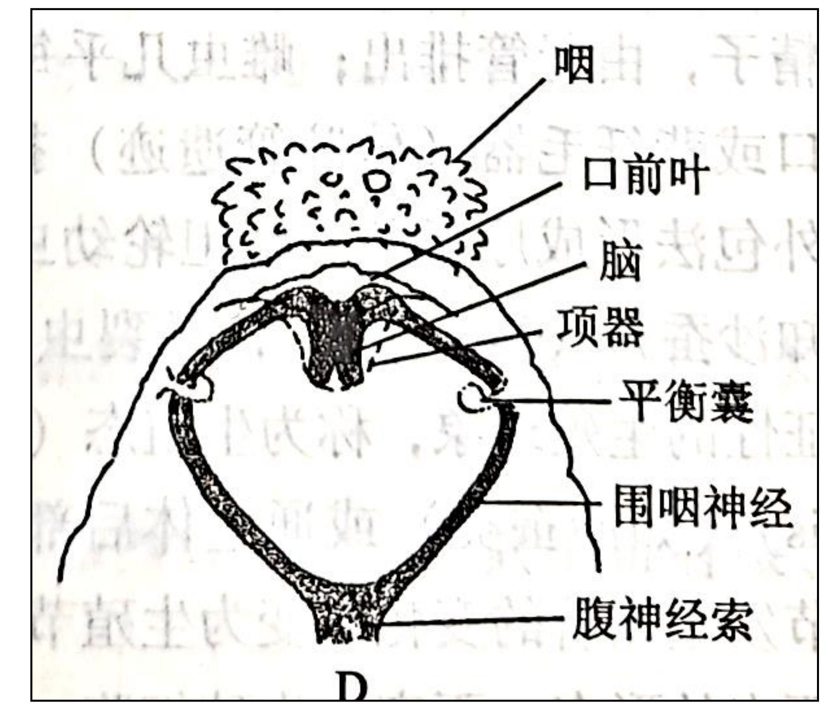
5. 神经系统及感官

索式神经系统。

感官发达。有眼点、触手和触角

项器：是位于口前叶后端两侧的纤毛窝，有嗅觉功能。



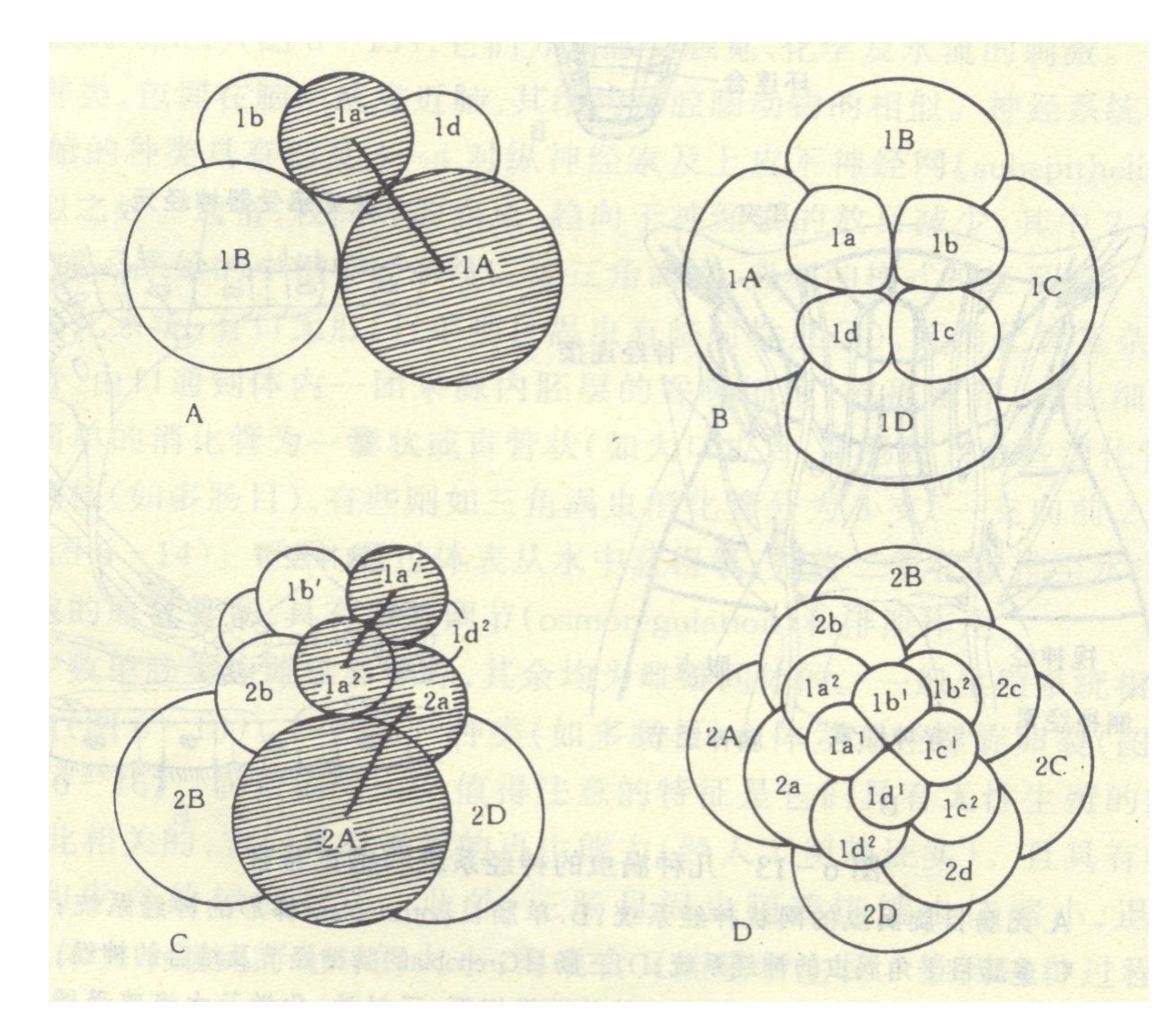


（一）代表动物——沙蚕（*Nereis*）

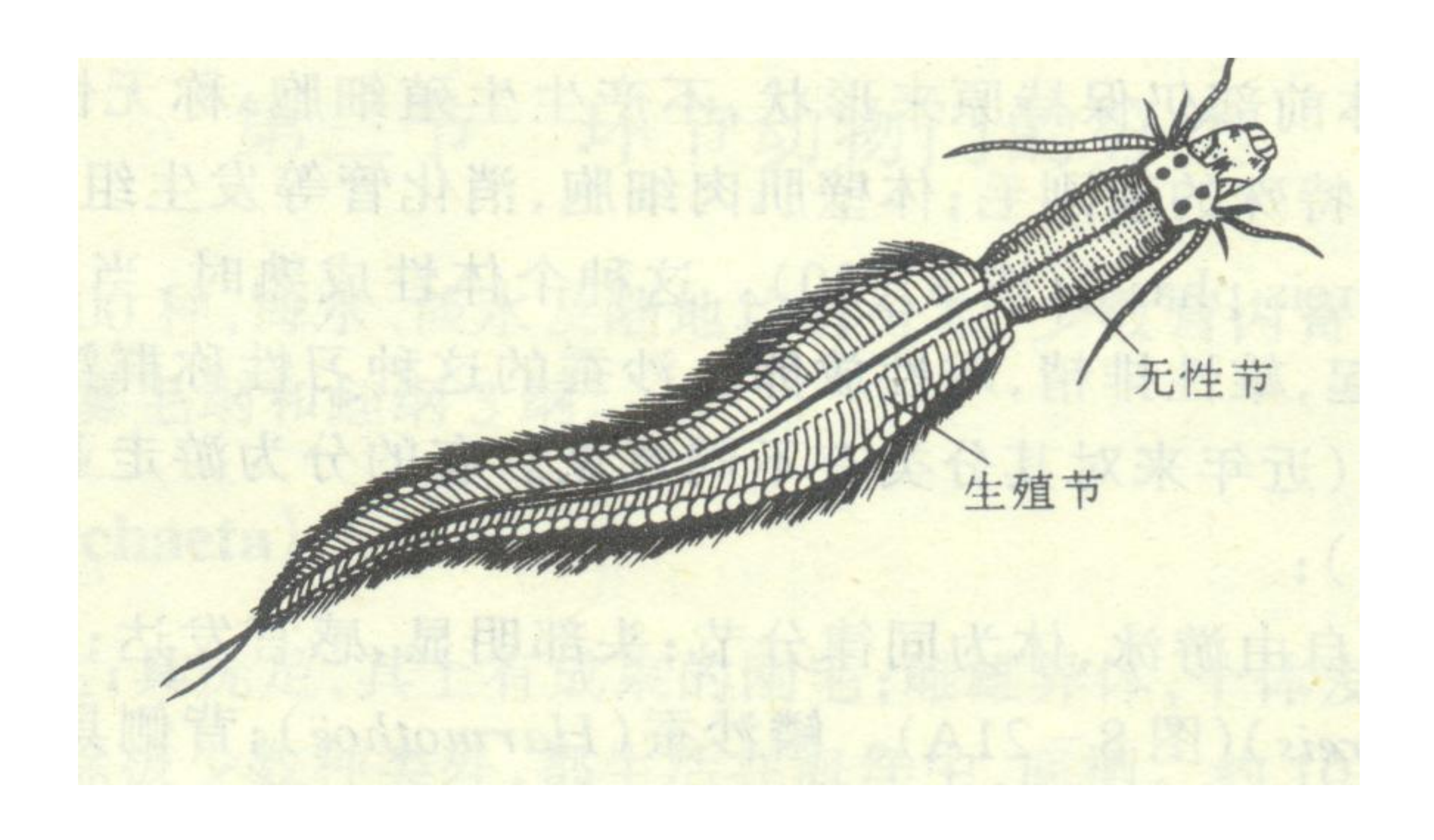
6. 生殖系统

无固定的生殖腺和生殖导管。在生殖期间生殖腺发育，成熟的卵由体壁上临时的裂口或背纤毛器处临时开口排出。精子由肾管排出。**有担轮幼虫时期**。

螺旋式卵裂：卵裂时小分裂球不是在大分裂球垂直的上方，而是**与纵轴成一斜度，处于两个大分裂球之间的上方**，分裂层层排列，成螺旋状。



- **异沙蚕相**：
- 有些沙蚕在**性成熟时，具有生殖腺的体后部形态发生变化**，体节变宽，疣足扩大并生出特殊的新刚毛，**转变为生殖节**，而体前部分仍保持原来的形状，为无性节。这种现象称为异沙蚕相。



三、蛭纲（Hirudinea）

约300多种，多数生活在淡水中，少数生活在海水或陆地。

（一）适应暂时性外寄生生活的特征

1. 体末数节形成吸盘。

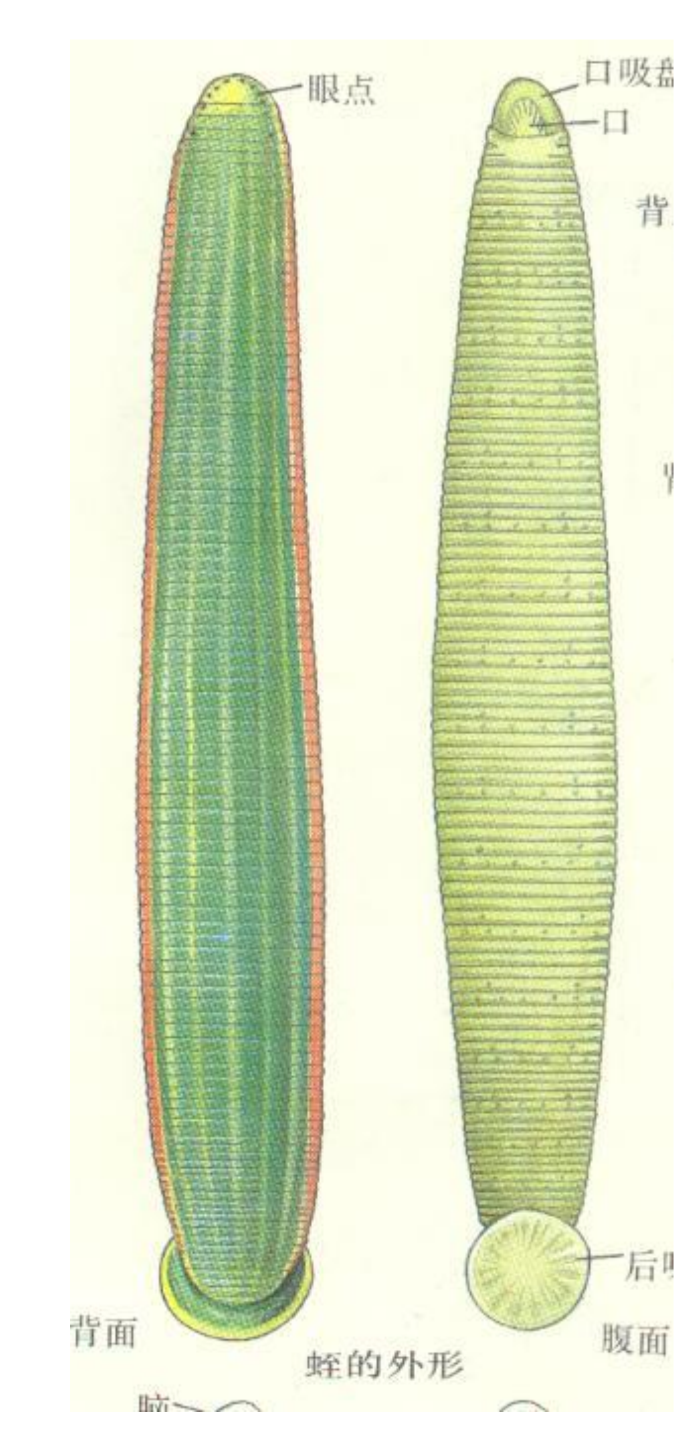
2. 具眼点。(与内寄生类群相比较)

3. 口腔内有颚，可咬破寄主皮肤；咽部有单细胞唾液腺，分泌蛭素，有抗凝血作用。

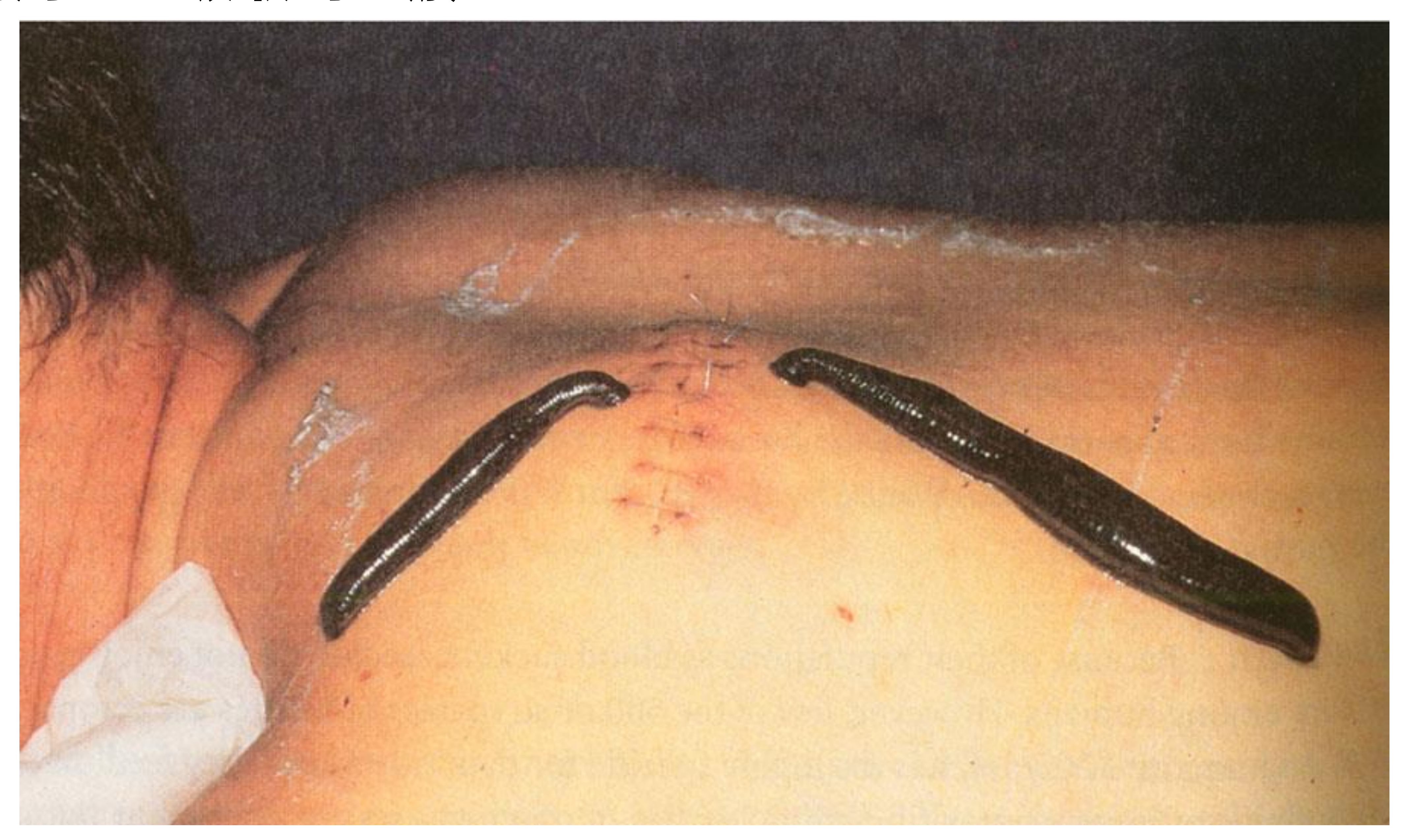
4. 嗉囊发达，两侧有盲囊，可储存血液。

（二）其他特征

雌雄同体，异体受精。



利用医蛭吸取创口瘀血



第四节 环节动物的经济意义

一、有益方面

1. 鱼类饵料、钓饵和动物性蛋白饲料
2. 食用和药用
3. 海洋污染及水体冷暖的指示动物
4. 处理垃圾
5. 改良土壤

二、有害方面

1. 危害人工养殖业
2. 吸食人类和家畜血液

第五节 环节动物的系统发展

一、环节动物的起源

学说一：起源于涡虫纲

理由：某些环节动物的成虫和担轮幼虫都具有原肾管。多毛纲的个体发育中有螺旋式卵裂，与涡虫纲多肠目相同。担轮幼虫与牟勒氏幼虫相似。某些涡虫的肠、神经和生殖腺有原始的分节现象。

学说二：起源于假想担轮动物

理由：环节动物多毛纲个体发育中有担轮幼虫。

二、环节动物各纲的演化关系

1. 多毛纲最原始。
2. 寡毛纲可能是多毛纲较早分出的一支，适应陆地穴居生活的结果。
3. 蛭纲可能由原始的寡毛类演化而来。